



Universidad de La Frontera

Facultad de Medicina

Carrera Kinesiología

**“EFECTIVIDAD DE LA FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR
PROPIOCEPTIVA (CONTRACCIÓN – RELAJACIÓN)
ASOCIADA A CORRIENTE RUSA (KOTZ) EN LA
ELONGACIÓN DE LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN
ADULTOS ENTRE 18 Y 65 AÑOS DE LA COMUNA DE
TEMUCO”**

**Tesis para optar al grado de
Licenciado en Kinesiología**

AUTORES: CRISTIÁN GUTIÉRREZ

FRANCISCO GUZMÁN

PROFESOR GUIA: KLGO. PATRICIO BERNEDO

Temuco 2010

Resumen

EFFECTIVIDAD DE LA FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA (CONTRACCION – RELAJACION) ASOCIADA A CORRIENTE RUSA (KOTS) EN LA ELONGACIÓN DE LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN ADULTOS.

Introducción: Diversos factores condicionan a la musculatura isquiotibial a padecer acortamiento, lo que da lugar a un menor rango articular de flexión de cadera. El acortamiento de isquiotibiales se relaciona con diversos trastornos posturales, por lo que en las actividades de la vida diaria es importante mantener una buena flexibilidad. De las diversas técnicas que existen para elongación muscular, la facilitación neuromuscular propioceptiva es una de las más efectivas, sin embargo existe evidencia de que la electroestimulación como método de elongación muscular podría ser incluso más efectiva, sin embargo aun no existen evidencia suficiente para aseverar esto.

Objetivo: Determinar la efectividad de la facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción-relajación) asociada a corriente de Kotz en comparación a la facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción-relajación) en la ganancia de rango articular de flexión de cadera a través de la elongación de la musculatura isquiotibial en personas que presenten acortamiento isquiotibial de la comuna de Temuco – Chile entre los años 2011 y 2012.

Hipótesis: Es más efectiva la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (contracción – relajación) asociada a Corriente Rusa en comparación a la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (contracción – relajación) en la ganancia de rango articular de flexión de cadera a través de la elongación de la musculatura isquiotibial.

Método: Se llevará a cabo un ensayo clínico controlado simple ciego en el cual dos grupos de pacientes con acortamiento de la musculatura isquiotibial serán asignados a un grupo control al que se le realizará facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción – relajación) o a un grupo experimental al que se le realizará facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción – relajación) asociada a corriente rusa.

Conclusiones: No existen investigaciones que asocien la corriente rusa como una técnica de elongación muscular, por lo que es importante realizar un estudio de alta calidad metodológica para obtener datos claros que nos permitan optimizar las técnicas de elongación y entregar una mejor atención a nuestros pacientes.

Agradecimientos

Quiero agradecer principalmente a mi familia por el apoyo que siempre me dan a través de su cariño y preocupación, gracias por entregarme las herramientas para seguir adelante y especialmente a mi madre por siempre estar ahí cuando la necesito. A mi Laurita, no solo ser mi pareja, sino además una gran amiga, con quien se que siempre puedo contar para entregarme su amor y comprensión. Finalmente a mi compañero de tesis Francisco por el tiempo dedicado y por ser una parte importante en este proyecto.

Cristián Gutiérrez G.

En primer lugar deseo agradecerle a mi familia, que siempre me han demostrado su cariño y entregado todo lo que necesito, a mis amigo, por estar siempre ahí cuando era necesario. Y en especial a mi novia María Paz, por ser la única mujer que me ha robado el corazón y por estar siempre a mi lado en todo momento. Y por último a Cristián por su constante preocupación y esfuerzo en este trabajo y a su familia que me han entregado su cariño sin dudar.

Francisco Guzmán A.

Por último queremos agradecer al profesor Bernedo, por su tiempo y paciencia a nuestras innumerables preguntas y a todos los profesores a quienes nos dirigimos, muchas gracias por sus consejos.

Futuros Kinesiólogos.

Índice de Contenidos

Resumen	2
Agradecimientos	4
Índice de tablas	12
Índice de figuras	13
CAPITULO I	
Introducción	14
CAPITULO II	
Marco Teórico	17
Articulación de la cadera	17
Elementos Estabilizadores Pasivos	18
Movimientos de la articulación de la cadera	19
Articulación de la rodilla	23
Elementos Estabilizadores Pasivos	24
La Patela.....	25
Los Meniscos.....	26
Movimientos de la articulación de la tibio-femoral.....	26
Articulación del tobillo	29
Elementos estabilizadores pasivos	29
Articulación subtalar	31
Elementos estabilizadores pasivos	31

Movimientos de la articulación del tobillo.....	31
Musculatura Isquiotibial.....	33
Fibras Musculares	35
Acortamiento muscular isquiotibial.....	38
Consecuencias del acortamiento isquiotibial.....	40
Métodos de evaluación del acortamiento muscular isquiotibial.....	41
Test lineales o de distancia:	41
Test de recorrido angular	42
Contracción Muscular	45
Mecanismo de contracción	45
Teoría de la contracción del filamento deslizante.....	46
Acoplamiento excitación-contracción	48
Relajación Muscular	50
La Flexibilidad	51
Factores que limitan la Flexibilidad	52
Evaluación de la flexibilidad	53
Goniometría	53
Estiramiento	55
La respuesta neurofisiológica del músculo al estiramiento	56
Respuesta mecánica de la unidad contráctil al estiramiento.....	57
Características mecánicas del tejido blando no contráctil	58
Comportamiento mecánico del tejido no contráctil.....	59
Propiedades de los tejidos blandos que afectan a la elongación.....	60

Cambios en el colágeno que producen disminución de la resistencia a la elongación.....	60
Propiedades neurofisiológicas el tejido contractil	62
Los Husos Musculares	62
Órgano tendinoso de Golgi.....	62
Reflejo miotático o de estiramiento	63
Unidad miotendinosa	65
Facilitación Neuromuscular Propioceptiva	66
Bases neurofisiológicas	68
Fundamentos para su utilización	72
Principios básicos	73
Técnica de Facilitación	76
Técnicas de FNP para estiramiento	77
Técnica de contracción y relajación	79
Electroterapia.....	81
Corrientes utilizadas en electroterapia.....	81
Electroestimulación Neuromuscular.....	82
Diferencias entre una contracción voluntaria y por estimulación eléctrica.....	83
Periodo Refractario.....	84
Precauciones	85
Contraindicaciones	85
Corrientes de media frecuencia	86
Corriente rusa o corriente de Kotz.....	88
Elongación con corriente de Kotz.....	91

CAPITULO III _____

Revisión de la literatura 93

 Búsqueda en bases de datos 94

 Búsqueda en motores e índices de internet: 94

Análisis Crítico de Literatura 96

CAPITULO IV _____

Proyecto de investigación 112

Pregunta de investigación 112

 Objetivo general..... 112

 Objetivos específicos 113

Justificación..... 114

 Factible 114

 Interesante..... 115

 Novedoso 116

 Ético..... 116

 Relevante 117

CAPITULO V _____

Material y Método 118

Diseño de investigación propuesto 118

 Ensayo clínico aleatorizado 118

 Enmascaramiento..... 120

Flujograma 121

Población en estudio	122
Criterios de Inclusión.....	123
Criterios de Exclusión.....	123
Tamaño de Muestra	124
Aleatorización de la Muestra	125
Proceso de reclutamiento	127
Variables y Mediciones	129
Variable independiente o predictora.....	129
Variable dependiente o resultado.....	129
Rango de movimiento articular (ROM):	129
Fuerza Muscular:	131
Variables Basales o de control.....	133
Medición de Variables Basales o de Control.....	133
Intervención	136
Características generales en común para ambos grupos intervenidos	136
Características de la intervención del grupo de control (Grupo A)	137
Características de la intervención grupo experimental (Grupo B)	139
CAPITULO VI	
Análisis estadístico	141
Propuesta de analisis estadistico	141
Hipótesis Alternativa (Ha):.....	141
Hipótesis Nula (H0):.....	141
Análisis Descriptivo.....	141

Análisis Inferencial.....	143
 CAPITULO VII	
Consideraciones Éticas	144
Consentimiento informado	145
Autorización del comité de ética	145
 CAPITULO VIII	
Aspectos Administración y Presupuesto del Estudio	146
Aspectos Administrativos.....	146
Grupo de trabajo	146
Materiales	149
Presupuesto del Estudio	150
Cronograma Tentativo	153
Primera etapa	153
Segunda etapa.....	153
Tercera etapa.....	154
Carta Gantt	154

Bibliografía.....	156
Anexos.....	162
Anexo N° 1 Declaración de consentimiento informado	162
Anexo N° 2 Cuestionario internacional de actividad física.....	168
Anexo N° 3 Carné de asistencia	172
Anexo N°4 Ficha del paciente	173
Anexo N° 5 Ficha del evaluador.....	175
Anexo N° 6 Carta al Director del Servicio de Salud Araucanía Sur	176

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de los diferentes tipos de fibras musculares.....	36
Tabla 2. Comparación de músculos fascicos y tónicos.....	37
Tabla 3. Características de las variables del estudio.....	135
Tabla 4. Tabla análisis descriptivo.....	142
Tabla 5. Gastos de equipamiento y de implementación.....	151
Tabla 6. Gastos del personal, de Oficina y otros.....	152

Índice de figuras

Figura 1. Disposición anatomía de la articulación coxofemoral.....	17
Figura 2. Vista frontal de la rodilla.....	23
Figura 3. Vista lateral del tobillo.....	29
Figura 4. Test de elevación de la pierna extendida con goniometría.....	44
Figura 5. Fibra muscular y sus componentes.....	45
Figura 6. Filamentos de actina y miosina.....	47
Figura 7. Goniómetro.....	54
Figura 8. Reflejo Miotático.....	63
Figura 9. Posición inicial para la elongación de la musculatura isquiotibial.....	80
Figura 10. Superposición de corrientes de frecuencia media, que da lugar a corriente modulada.....	87
Figura 11. Corriente de Rusa con una frecuencia de 2.500 Hz modulada cuadrangulamente.....	88
Figura 12. Evaluación del torque isométrico máximo de isquiotibiales.....	132

CAPITULO I

Introducción

Se conoce que la tendencia de la musculatura isquiotibial a sufrir acortamiento podría llegar a ocasionar alteraciones importantes a nivel raquídeo y pélvico como hipercifosis dorsal, hiperlordosis lumbar y retroversión pélvica.¹ Por esto se debe mantener una correcta elongación de esta musculatura.

Durante la búsqueda bibliográfica se busco la forma más efectiva de elongar la musculatura isquiotibial encontrándose variadas formas, estas técnicas son: estiramientos pasivos: manual (Stretching), mecánico prolongado y mecánico cíclico o intermitente, inhibición activa encontrándose las técnicas de contracción-relajación las que pueden ser: contracción-relajación con contracción del agonista o contracción del músculo antagonista y los tan nombrados auto estiramientos.²

De la gran variedad de técnicas de elongación de los tejidos blandos se opto por utilizar la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), siendo esta una de las técnicas de mayor efectividad, razón por la cual ha sido escogida para nuestro estudio. Existe evidencia que afirma que la FNP es más efectiva que las técnicas de Stretching.³

El FNP es mejor en cuanto a resultados y duración de la elongación en comparación al Stretching³, además de ser una técnica factible de realizar en casi cualquier persona.

La electroestimulación, dentro de sus diversas aplicaciones ha sido probada como un método efectivo para lograr una potenciación muscular importante. La corriente rusa se hizo popular por los resultados obtenidos por Kotz en sus experimentos realizados sobre atletas de elite, afirmando una ganancia de fuerza de hasta el 40%.⁴ Además también existen estudios que demuestran un aumento de la elasticidad muscular gracias a la utilización de electroestimulación, cuyos resultados son estadísticamente significativos, generando mayores ventajas a otras técnicas como la FNP ^{5 6}. En un estudio realizado en Ecuador y publicado el año 2009 en el que se comparaba la técnica de tensión muscular vs la electroestimulación con TENS-EMS como método para mejorar la flexibilidad isquiotibial se obtuvo que si bien ambas técnicas aumentaron de manera progresiva la amplitud articular, se evidencian diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental (TENS-EMS) y el grupo control (Tensión Activa), siendo la técnica con electroestimulación la que genero mayores ventajas en la disminución de la retracción músculo tendinosa de isquiotibiales.

Por otra parte podemos decir que a pesar de que existen estudios que demuestren que ambas técnicas han sido utilizadas para mejorar la elasticidad muscular, aun existe escasa evidencia que las comparen. Específicamente la utilización de corriente rusa carece de evidencia al respecto y muchos de los trabajos que existen acerca de su capacidad como potenciador muscular, no son del todo concluyentes.

De esta forma nuestro estudio podría contribuir con nueva evidencia no solo acerca de las corrientes de rusa, sino además sobre nuevas técnicas de flexibilización muscular, optimizando las técnicas ya utilizadas en la clínica.

El estudio permitirá ampliar el conocimiento acerca de los temas abordados y extrapolarlos a nuestra población, ya que, aunque existe evidencia dentro la población latinoamericana, no se encontraron estudios en la población Chilena que utilicen la electroestimulación como método de flexibilización muscular.

Por esto nuestro estudio busca “Determinar la efectividad de la facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción-relajación) asociada a corriente de Kotz en comparación a la facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción-relajación) en la ganancia de rango articular de flexión de cadera a través de la elongación de la musculatura isquiotibial en personas que presenten acortamiento isquiotibial de la comuna de Temuco – Chile entre los años 2011 y 2012.”

De esta forma nuestro estudio podría contribuir con nueva evidencia no solo acerca de las corrientes de rusa, sino además sobre nuevas técnicas de flexibilización muscular, optimizando las técnicas ya utilizadas en la clínica.

El estudio permitirá ampliar el conocimiento acerca de los temas abordados y extrapolarlos a nuestra población, ya que, aunque existe evidencia dentro la población latinoamericana, no se encontraron estudios en la población Chilena que utilicen la electroestimulación como método de flexibilización muscular.

CAPITULO II

Marco Teórico

Articulación de la cadera

La articulación de la cadera corresponde a la articulación más proximal del miembro inferior. Siendo capaz de situar a este en todas las direcciones del espacio. Es decir, posee tres ejes y tres grados de libertad de movimiento. Estos movimientos se realizan en una sola articulación del tipo de las enartrosis, la coxofemoral. A diferencia de la articulación del hombro, la coxofemoral posee una gran capacidad de coaptación y estabilidad. Estas características la hacen responsable de las funciones de soporte del peso corporal y locomoción.⁷

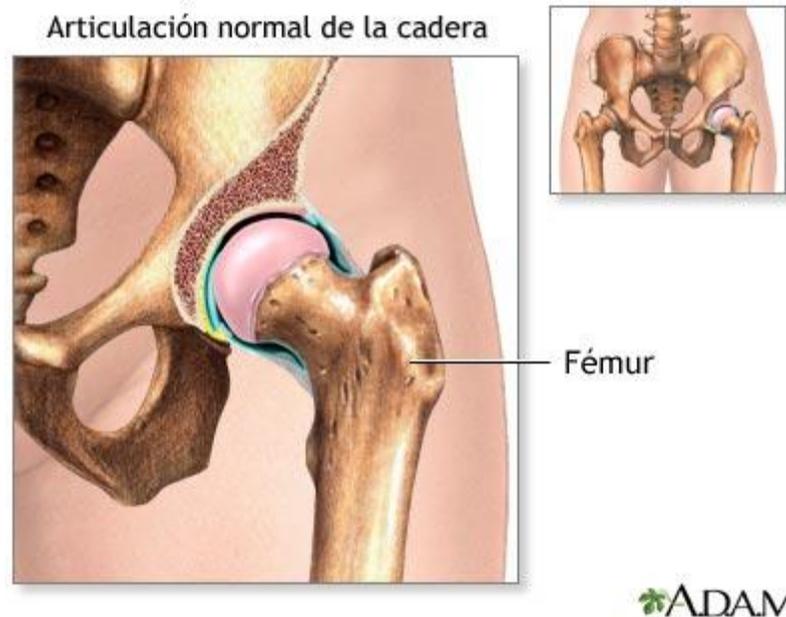


Figura 1. Disposición anatomía de la articulación coxofemoral.

Elementos Estabilizadores Pasivos

Óseo

La articulación coxofemoral se realiza entre el acetábulo del hueso coxal y la cabeza del fémur. Tanto la cara articular del acetábulo como la cabeza femoral se encuentran recubiertas de cartílago.⁸

Capsulo-Ligamentoso

La capsula se inserta alrededor del acetábulo y ligamento transverso del acetábulo. Distalmente a lo largo de la línea intertrocanterea por delante, y por detrás en la unión de los tercios laterales con el medial del cuello del fémur.⁸

Entre los ligamentos que refuerzan la articulación se encuentran:

Ligamento iliofemoral: se origina delante de la articulación en forma de abanico, entre la espina iliaca antero-inferior y la línea intertrocanterea.⁸

Ligamento pubofemoral: Se origina en la eminencia iliopubica y el ramo superior del pubis y se inserta inferior en la línea intertrocanterea.⁸

Ligamento isquiofemoral: Por posterior. Se origina en el cuerpo del isquion, por debajo y detrás del acetábulo. Sus fibras se dirigen hacia arriba y lateral, pasando por detrás del cuello del fémur y se inserta por delante de la fosa trocanterea.⁸

Ligamento de la cabeza del fémur: Banda fibrosa que se origina en la fóvea de la cabeza del fémur y se inserta en los bordes de la escotadura y ligamento transverso del acetábulo.⁸

Movimientos de la articulación de la cadera

Flexión: Se produce en el plano sagital. Es el movimiento que pone en contacto la cara anterior del muslo con el tronco. Activamente sus rangos son de 90° cuando la rodilla está extendida y de 120° cuando esta flexionada. Pasivamente sus rangos son de más de 120° y aumentan con la rodilla flexionada a 140° contactando el muslo casi totalmente con el tronco.⁷

Musculatura flexora de cadera

- Músculo psoasiliaco
- Músculo sartorio
- Recto anterior
- Tensor de la fascia lata

Extensión: Se produce en el plano sagital. Dirige el miembro hacia atrás y está limitada por el ligamento iliofemoral. Activamente se extiende 20° siendo mayor el movimiento con la rodilla extendida. Pasivamente alcanza los 30°.⁷

Musculatura extensora de cadera

Grupo glúteo:

- M. Glúteo mayor
- M. Glúteo menor
- M. Glúteo medio

Grupo Isquiotibial:

- M. bíceps femoral (porción larga)
- Semitendinoso
- Semimembranoso

Abducción: Se produce en el plano frontal. Aleja al miembro inferior del plano de simetría del cuerpo. Con el movimiento de abducción completa se genera un ángulo de 90° entre los miembros inferiores, produciéndose una simetría de abducción de 45° en ambas caderas.⁷

Musculatura abductora de cadera

- M. Glúteo menor
- M. Glúteo medio
- M. Glúteo mayor (haces superiores)
- M. Tensor de la fascia lata

Aducción: Se produce en el plano frontal. Acerca el miembro inferior al plano de simetría del cuerpo. No existen Aducciones puras, pero si existen movimientos relativos, desde una abducción previa o movimientos combinados, es decir, a partir de una flexión o extensión del miembro y aducción de una cadera combinados con una abducción de la cadera contraria. La aducción con movimientos combinados tiene amplitud máxima de 30° .⁷

Musculatura aductora de cadera

- M. Aductor mango
- M. Grácil
- M. Semitendinoso
- M. Semimembranoso
- M. Bíceps femoral (porción larga)
- M. Glúteo mayor
- M. Cuadrado femoral
- M. Pectíneo
- M. Obturador interno
- M. Obturado externo

Rotaciones: Se produce en un plano horizontal. Con la rodilla en extensión, la rotación externa es aquella que dirige la punta del pie hacia afuera, mientras que la rotación interna es aquella que dirige la punta del pie hacia adentro. En decúbito prono y con rodilla flexada 90° la rotación externa tiene una amplitud máxima de 60° y la rotación interna de 30 a 40° .⁷

Musculatura rotadora externa de cadera

- M. Pisiforme
- M. Obturador interno
- M. Obturador externo
- M. Cuadrado femoral

- M. Pectíneo
- M. Aductor magno
- M. Glúteos mayor y menor

Musculatura rotadora interna de cadera

- M. tensor de la fascia lata
- M. Glúteo menor y mediano

Circunducción: La articulación coxofemoral puede efectuar este movimiento combinando los movimientos elementales efectuados alrededor de tres ejes.⁸

Articulación de la rodilla

La articulación de la rodilla es la articulación intermedia del miembro inferior. Posee un grado de libertad de movimiento que le permite realizar la flexo-extensión. Accesoriamente la rodilla posee un segundo grado de libertad de movimiento que le permite realizar rotaciones, siempre y cuando esta articulación se encuentre en algún grado de flexión. La rodilla tiene la función de alejar y acercar el extremo del miembro inferior a la raíz de este y además de trabajar bajo compresión por la acción de la gravedad.

La articulación de la rodilla corresponde a una **diartrosis** que engloba dos articulaciones: la articulación femoro-patelar y la articulación tibio-femoral.⁹

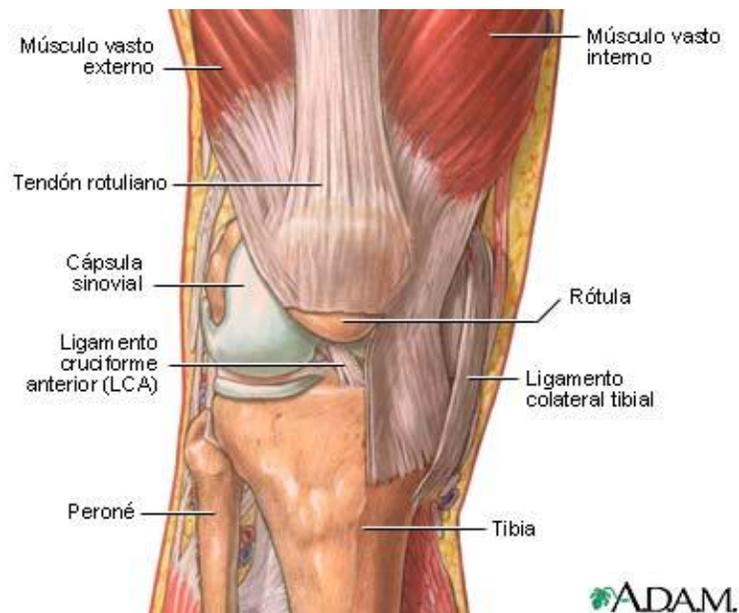


Figura 2. Vista frontal de la rodilla.

Elementos Estabilizadores Pasivos

Óseos

Corresponde a la epífisis distal del fémur y los cóndilos femorales separados por la escotadura intercondilea que conectan con la epífisis proximal de la tibia con dos cavidades glenoideas y separadas por la espina tibial. Por delante, los cóndilos femorales conectan con las superficies articulares posteriores de la patela.⁹

Capsulo-ligamentoso

La capsula rodea superiormente al fémur, en los bordes de los cóndilos y la línea intercondilea e inferiormente rodea el extremo superior de la tibia. Por delante es interrumpida por la patela y posteriormente por los ligamentos cruzados, dejando a estos últimos fuera de la capsula.⁸

Ligamentos cruzados: Situados en la parte axial de la articulación. Son dos, el ligamento cruzado anterior y el ligamento cruzado posterior. El primero va desde la eminencia intercondilea de la tibia, superior, posterior y lateralmente para insertarse en la cara posterior del cóndilo lateral del fémur. El segundo va desde el área condilea posterior de la tibia, superior, anterior y medialmente insertándose en la cara axial del cóndilo medial del fémur.⁸

Ligamentos colaterales: Son dos, el ligamento colateral medial o tibial y el ligamento colateral lateral o fibular. El primero se extiende entre el epicóndilo medial del fémur a la zona superior de la cara medial de la tibia, se adhiere fuertemente a la capsula y al borde medial del menisco medial. El segundo es una

banda redondeada que se extiende desde el epicondilo lateral del fémur hasta la cabeza de la fíbula y que se encuentra separado en toda su extensión de la capsula articular y del menisco lateral.⁸

Ligamento patelar: Es la continuación del tendón del cuádriceps y se extiende entre la patela y la tuberosidad de la tibia.⁸

Ligamento poplíteo oblicuo: Es una expansión del tendón del semimembranoso que se dirige oblicua, superior y lateralmente, hacia el cóndilo lateral del fémur.⁸

Ligamento poplíteo arqueado: Emerge por debajo del tendón del músculo poplíteo. Es un arco fibroso entre la cabeza de la fíbula y el cóndilo lateral del fémur.⁸

La Patela

Es un hueso sesamoideo que pertenece al aparato extensor de rodilla entre el tendón cuadriceps por arriba y el ligamento patelar por abajo. Su función es primordial, ya que aumenta la eficacia del cuádriceps desplazando hacia adelante su fuerza de tracción.

Movimiento de la patela sobre el fémur

- El movimiento de la patela se realiza a través de un deslizamiento por un estrecho canal formado entre la tróclea femoral y la escotadura intercondilea. Durante la flexión se produce un movimiento vertical a lo largo de la garganta de la tróclea y hasta la escotadura intercondilea.⁷

Los Meniscos

Los meniscos o fibrocartílagos articulares son dos, tienen forma semilunar y se ubican entre las superficies articulares del fémur y la tibia. Cumplen con la función de aumentar la congruencia y el contacto entre las superficies articulares femoro-tibiales y protegen al cartílago articular de la concentración de presiones en un 50% a través del menisco medial y en un 75% a través del menisco lateral.

En los movimientos de flexión de rodilla se desplazan hacia atrás, tracción del tendón del músculo semimembranoso y poplíteo. En los movimientos de extensión se desplazan hacia adelante al traccionar de ellos las aletas menisco-patelares. En los movimientos de rotación realizados con grados de flexión, el menisco acompaña al fémur y no a la tibia, es decir, el movimiento se realiza bajo los meniscos.

Movimientos de la articulación de la tibio-femoral

Flexo-extensión: Es el principal movimiento de la rodilla. En cuanto a la extensión se define como aquel movimiento que aleja la cara posterior de la pierna de la cara posterior del muslo. La extensión absoluta solo se puede conseguir de manera pasiva y alcanza los 5 a 10° de amplitud máxima. La extensión relativa se define como aquel movimiento que completa la extensión desde alguna posición de flexión previa.⁷

Por otra parte, la flexión se define como el movimiento que acerca la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo. En la flexión activa la rodilla alcanza los 140°, si la cadera esta previamente flexionada y solo 120° si está extendida. En la flexión pasiva se alcanzan amplitudes de 160° cuando el talón contacta con la nalga. La flexión relativa se define como aquel movimiento que completa una flexión a partir de algún grado previo de flexión de rodilla.⁷

Musculatura flexora de rodilla

- Grupo isquiotibial:
 - Bíceps femoral
 - Semitendinoso
 - Semimembranoso
- M. Grácil
- M. Sartorio
- M. Poplíteo
- M. Gastrocnemio

Musculatura extensora de rodilla

Cuádriceps Femoral

- M. Recto femoral
- M. Vasto medial
- M. Vasto lateral
- M. Vasto interno

Rotaciones

Este movimiento solo se puede efectuar si existe algún grado de flexión de rodilla, de otra forma se produce un bloqueo entre el fémur y la tibia. La rotación interna se define como el movimiento que lleva la punta del pie hacia adentro y la rotación externa como el que lleva la punta del pie hacia afuera. Pasivamente la rotación interna alcanza los 30 a 35° de amplitud y la rotación externa los 45 a 50° de amplitud.⁷

Articulación del tobillo

La articulación del tobillo o tibiotarsiana, es la articulación distal del miembro inferior. Corresponde a una tróclea, es decir, posee solo un grado de libertad de movimiento, la flexo-extensión. Condiciona los movimientos de la pierna a los del pie en el plano sagital y ayuda a soportar el peso del cuerpo, lo que la convierte en una articulación indispensable para la marcha.⁷



Figura 3. Vista lateral del tobillo.

Elementos estabilizadores pasivos

Óseo

Las superficies articulares corresponden al talo y a las epífisis distales de la tibia y la fíbula. Por parte del talo la superficie será la tróclea talar en la cara proximal del cuerpo y las carillas laterales interna y externa. Por otra parte el extremo distal de la tibia y la fíbula y la cara interna de ambos maléolos, forman la mortaja tibio-fibular que sujeta las caras laterales del talo a modo de pinza.

Capsula

Se inserta en el contorno de las caras articulares: delgada y laxa adelante, atrás esta reforzada a los lados por los ligamentos.⁸

Ligamentos

Los ligamentos laterales interno y externo, forman a cada lado de la articulación unos abanicos fibrosos con el vértice fijado en el maléolo correspondiente.

- Ligamento lateral externo

Constituido por 3 fascículos. Uno anterior o fibulotalar anterior, que va desde más arriba de la punta del maléolo al talo, entre la carilla externa y la abertura del seno del tarso. Uno medio o fibulocalcaneo, que se dirige hacia abajo y atrás, fijándose en la cara externa del calcáneo. Y un fascículo posterior o fibulotalar posterior, que se fija en el tubérculo postero-externo del talo.⁸

- Ligamento lateral interno o deltoideo

Compensa la cortedad del maléolo tibial. Consta de dos porciones: una superficial y una profunda que se originan en el maléolo medial. La primera comprende tres partes, la más anterior es la tibionavicular, que termina en la tuberosidad del navicular, la parte media o tibioalcanea se inserta en el sustentáculo del talo y la parte posterior o tibiotalar que se inserta en el tubérculo medial del proceso posterior del talo. La porción

profunda es la parte tibiotalar anterior, que se extiende del ápex del maléolo medial al cuello del talo.⁸

“No hay que pensar en la articulación del tobillo como una estructura aislada, sino funcionando a nivel mecánico con la articulación subtalar”.⁹

Articulación subtalar

Es una articulación sinovial plana entre la cara articular calcanea posterior cóncava del talo y la cara articular talar posterior convexa del calcáneo.

Elementos estabilizadores pasivos

La capsula de esta articulación esta reforzada por delante por el ligamento talocalcaneo interóseo que se extiende ente los surcos del talo y del calcáneo, une fuertemente los huesos y se tensa en cualquier movimiento entre ellos. Además existen cortos ligamentos talo calcáneos medial y lateral. Por otra parte, las partes calcaneas de los ligamentos lateral y medial de la articulación tibiotarsiana actúan en la subtalar como ligamentos accesorios.

Movimientos de la articulación del tobillo

Para describir los movimientos de esta articulación, es necesario saber que la posición de referencia es aquella en la que la planta del pie es perpendicular al eje del tobillo.

Flexo- extensión

Considerando la posición de referencia, la flexión es aquella que aproxima el dorso del pie a la cara anterior de la pierna, denominándose también dorsiflexion y su amplitud es de 20 a 30° con un margen de variación de 10°. La extensión, por su parte, es aquella que aleja el dorso del pie de la cara anterior de la pierna, denominándose también plantiflexion y su amplitud es de 30 a 50° con un margen de variación de 20°.

Musculatura flexora de tobillo

- M. tibial anterior
- M. fibular cortó
- M. extensor propio del Halux.
- M. extensor común de los dedos

Musculatura extensora de tobillo

- Triceps sural
 - M. Gastrocnemios
 - M. Soleo
- M. fibular largo y corto
- M. tibial posterior
- M. flexor común de los dedos
- M. flexor propio del Halux

Musculatura Isquiotibial

Dentro de los músculos extensores de cadera encontraremos dos grupos según se insertan en la parte superior del fémur o alrededor de la rodilla. La musculatura isquiotibial o isquiosural corresponde al segundo grupo de músculos responsables de la extensión de la articulación de la cadera. Estos músculos se localizan en la parte posterior del plano frontal que atraviesa dicha articulación. La eficacia de estos músculos como extensores de cadera, estará en parte determinada por la posición previa de flexión o extensión de la rodilla ya que son músculos biarticulares. Cuando la rodilla está bloqueada en extensión, se favorece su acción extensora de cadera, por lo tanto, existe una relación de antagonismo-sinergia entre los isquiotibiales y el cuádriceps.⁷

Además de su función como extensores de cadera, los músculos isquiotibiales juegan un importante papel en la regulación del equilibrio pélvico en sentido antero-posterior, ya que cuando la pelvis se inclina hacia adelante este grupo de músculos es el primero en contraerse para enderezarla.⁷

Los isquiotibiales corresponden a los músculos bíceps femoral (porción larga), semitendinoso y semimembranoso.

Porción larga del bíceps femoral: Es el más lateral de los isquiosurales. Se origina en la parte superior de la tuberosidad isquiática con un tendón en común con el semitendinoso y se inserta en la cabeza de la fíbula.⁸

Acciones:

- Extensor de cadera
- Flexor de rodilla
- Rotador externo de rodilla semiflexionada

Semitendinoso: Se origina en la parte inferior y medial de la tuberosidad isquiática en un tendón común con el bíceps femoral y se inserta en la parte superior y medial de la tibia.⁸

Acciones:

- Extensor de cadera
- Flexor de rodilla
- Rotador interno de rodilla semiflexionada

Semimembranoso: Es mas medial y superficial que el semitendinoso. Se origina en la parte superolateral de la tuberosidad isquiática y se inserta en el cóndilo medial de la tibia, en la capsula de la articulación de la rodilla y en el tubérculo posterior de la tibia.⁸

Acciones:

- Extensor de cadera
- Flexor de rodilla
- Rotador interno de rodilla semiflexionada

Fibras Musculares

Cada Músculo tiene una función dominante, por esta razón contiene diferentes tipos de fibras musculares en proporciones variables según su función.

Clásicamente se han descrito los siguientes tipos de fibras musculares:¹⁰

- Fibra Muscular tipo I: Denominadas fibras ROJAS por su mayor contenido de mioglobina.
- Fibra Muscular tipo IIb: Denominada fibra BLANCA.
- Fibra Muscular tipo IIa: Posee características intermedias entre fibras rojas y blancas.

Las diferentes proporciones de estas fibras musculares, clasifican a los músculos en dos categorías. Los músculos fascicos poseen mayormente fibras tipo II (blancas), son generalmente los de los miembros y son responsables del movimiento, creando acciones que mueven los segmentos corporales en el espacio. Los músculos tónicos poseen mayormente fibras tipo I (rojas), son los principales responsables de la función estática, luchando contra la gravedad y equilibrando las articulaciones de carga o bien suspendiendo los segmentos pendulares.¹¹

	Fibra I	Fibra IIa	Fibra IIb
Color	Rojo	Intermedio	Blanco
Resistencia a la fatiga	Alta	Media	Baja
Diámetro	Pequeño	Mediano o pequeño	Grande
Velocidad de contracción	Lenta	Rápida	Rápida
Consumo de ATP	Bajo	Medio	Alto
Metabolismo	Oxidativo Aeróbico	Glucolitico Oxidativo aeróbico	Glucolitico Anaeróbico
Capilarización	Alta	Alta	Baja
Contenido de glucógeno	Bajo	Intermedio	Alto
Tipo de contracción	Lenta	Rápida	Rápida

Tabla 1. Comparación de los diferentes tipos de fibras musculares.

De la musculatura 2/3 tienen una función predominantemente tónica. Al movernos por el espacio el complejo tónico asegura el esqueleto para ejecutar las acciones.

Los músculos responsables de la estabilidad están constantemente activados por lo que tienden a la contracción y retracción.

Los isquiotibiales son músculos tónicos de la articulación de la cadera, responsables de la estabilidad, por lo que tienden a la retracción e hipertonia.

Músculos Fascicos	Músculos Tónicos
Junto con los tónicos, aseguran el movimiento	Aseguran la estática
Contracción rápida	Contracción lenta y sostenida
Poco tejido conjuntivo	Riqueza en tejido conjuntivo
Posee fibras musculares largas	Posee fibras musculares cortas
Color pálido	Color rojo (riqueza de mioglobina)
Tendencia al alargamiento, hipotonía y flaccidez	Tendencia al acortamiento, hipertonia y rigidez

Tabla 2. Comparación de músculos fascicos y tónicos.

Acortamiento muscular isquiotibial

Cuando los músculos se encuentran acortados se debe fundamentalmente a dos razones:

1. Por contractura o acortamiento de las estructuras activas del músculo.
2. Por acortamiento de sus elementos estructurales no contráctiles: fascias aponeurosis y tramas de tejido conectivo, normalmente causado por aumento y proliferación del colágeno posterior a contracturas, inflamaciones, derrames, inmovilizaciones, etc.¹²

El acortamiento o brevedad isquiotibial (o isquiosural) se caracteriza por la pérdida de elasticidad de la musculatura posterior del muslo o isquiotibial, en la que se visualiza una menor flexibilidad y consecuentemente una menor amplitud de movimiento, presentando manifestaciones en diferentes grados¹³. Estos cambios en la elasticidad muscular podrían ocasionar mayores o menores repercusiones sobre la columna, cadera y el equilibrio pélvico¹⁴. La frecuencia del acortamiento isquiotibial es bastante homogénea y puede ir del 20 al 27% de la población, con variaciones dependiendo de la edad de la población estudiada y se puede relacionar con una variedad de características como género, edad, nivel de actividad física, estado muscular y longitud de las extremidades.¹

Causas comunes de acortamiento isquiotibial:

No existe un consenso acerca de cuáles son las principales causas que llevan a la musculatura isquiotibial a una pérdida de su flexibilidad y posteriormente a un

acortamiento. A pesar de esto, se sabe que el acortamiento isquiotibial estaría asociado a factores relacionados con ciertas actividades deportivas, de la vida diaria, alteraciones articulares y alteraciones posturales.

En ciertos deportes, sobre todo en los que exigen carreras cortas que favorecen una semi-flexión de rodillas la musculatura isquiotibial tiende a perder su flexibilidad y capacidad de estiramiento, por un desequilibrio entre la potencia, la fuerza muscular y la flexibilidad. Siendo esta última disminuida.

Algunas conductas de la vida cotidiana como una bajo nivel de actividad física y las posturas sedentes por periodos prolongados, tienden a mantener a este grupo muscular inactivo y con una longitud acortada, lo que favorece la disminución de la flexibilidad. Muy a menudo se presentan factores hereditarios o genéticos en los que la musculatura está sometida a defectos del crecimiento de grado variable que la predisponen a un acortamiento.

Finalmente, cuando un músculo se ha mantenido durante varios días contracturado, se producen procesos inflamatorios en sus aponeurosis o se producen derrames intra o extra musculares, que promoverá la proliferación de colágeno sobre sus fascias y aponeurosis, creando atrapamientos y adherencias en las distintas partes del músculo, entre sí y con otras zonas. De esta forma tras los procesos descritos, las bandas de colágeno creadas en sentido transversal y longitudinal atrapan y mantendrán al músculo dentro de sus límites, perdiendo así su elasticidad.

Consecuencias del acortamiento isquiotibial

El acortamiento de este grupo muscular se relaciona con alteraciones del raquis dorso-lumbar, ritmo lumbo-pélvico y equilibrio pélvico, como la hipercifosis dorsal (Dorso curvo, enfermedad de Scheuermann), hiperlordosis lumbar y retroversión pélvica, que puede originar una inversión de la lordosis lumbar.^{15 16}

La inversión y acentuación de las curvas fisiológicas del raquis en el plano sagital puede llevar a una progresión en la degeneración de los discos intervertebrales, por lo que el acortamiento isquiotibial se relaciona con un cambio en el eje gravitacional del cuerpo, produciendo que este se adelante y redistribuya las cargas soportadas por la columna, generando mayor tensión sobre la musculatura extensora.

Se relaciona con episodios de dolor lumbar, al crear sobrecargas de fuerzas musculares que repercuten en la columna y como consecuencia se producen alteraciones en acunamiento anterior del cuerpo vertebral, lo que es un factor predisponente a hernias discales, espondilosis y malformaciones de la charnela lumbo-sacra como espondilolistesis.

Se producen alteraciones sobre la marcha ya que, disminuye la longitud del paso, la zancada y su velocidad, existe menor flexión de cadera y mayor flexión en la rodilla, lo que genera un mayor gasto energético y produce una fatiga muscular precoz. Además existen otras alteraciones motoras como restricciones de la flexión de tronco e incomodidad en la postura sedente.

Métodos de evaluación del acortamiento muscular isquiotibial

Existen diferentes métodos para la evaluación del acortamiento de la musculatura isquiotibial en el ámbito escolar y deportivo. Estos test no están lejos de controversia dado los tipos de maniobras utilizadas y los rangos considerados de normalidad aun no esclarecidos¹⁷. En general se describen dos tipos de test para la valoración del acortamiento de esta musculatura: test lineales o de distancia y los test de recorrido angular.

Test lineales o de distancia:

- Test de distancia dedos-suelo.
- Test de distancia dedos-planta.

Test de recorrido angular:

- Test del Angulo poplíteo.
- Test de elevación de la pierna extendida.

Test lineales o de distancia:

Son frecuentemente los más usados, dada su rapidez y sencillez en la realización. Consisten básicamente en una flexión de tronco, manteniendo las rodillas extendidas, con la posterior medición de la distancia entre los dedos la mano y el suelo (bipedestación) o la distancia de los dedos de la mano con la planta del pie (sedestación).

Test de recorrido angular

Test del ángulo poplíteo

También llamado test de extensión de rodilla. Esta maniobra se realiza con el evaluado en decúbito supino, flexión de cadera y rodillas en 90°. Con un goniómetro posicionado lateralmente a la articulación de la rodilla haciéndolo coincidir con el eje de movimiento de esta. Posteriormente se realiza una extensión lenta y progresiva de rodilla manteniendo la cadera en flexión de 90° hasta que aparezca la tirantez de los músculos isquiotibiales. Se registran los grados que faltan para completar la total extensión de rodilla, considerando 0° al conseguirse dicha extensión.

Al momento de realizar la maniobra se debe cuidar que:

- No se modifique la flexión de cadera del miembro evaluado.
- No se produzca una basculación pélvica.
- La extremidad contralateral no se flexione.

Test de elevación de la pierna extendida

Para realizar esta maniobra el evaluado debe estar en decúbito supino con la cadera en posición neutra sobre la camilla de exploración. Con el goniómetro posicionado lateralmente a la articulación de la cadera y con su eje de giro sobre el eje de flexión de la articulación, se eleva la extremidad a evaluar lenta y progresivamente manteniendo en todo momento la extensión de rodilla, hasta que

se aprecia tirantez de la musculatura isquiotibial o bascula de la pelvis. Seguidamente, con el goniómetro se registran los grados alcanzados de flexión coxofemoral.

Al momento de realizar la maniobra se debe cuidar que:

- Al momento de elevar la extremidad evaluada, no se modifique la extensión de rodilla
- No se produzca flexión de la extremidad contralateral
- No se produzca basculación pélvica
- El goniómetro se mantenga en una posición estable.

La prueba de elevación de la pierna extendida también se utiliza como una prueba para aumento de tensión de raíces nerviosas espinales lumbares. El método es básicamente el mismo, pero al momento de flexionar la cadera con rodilla extendida debe mantenerse la cadera ligeramente aducida y rotada medialmente. La presencia de sintomatología ciática, dolor lumbar o parestesia da la prueba positiva. Por esta razón al realizar esta prueba se debe tener presente que la limitación del movimiento podría deberse a tensión muscular o de las raíces nerviosas.

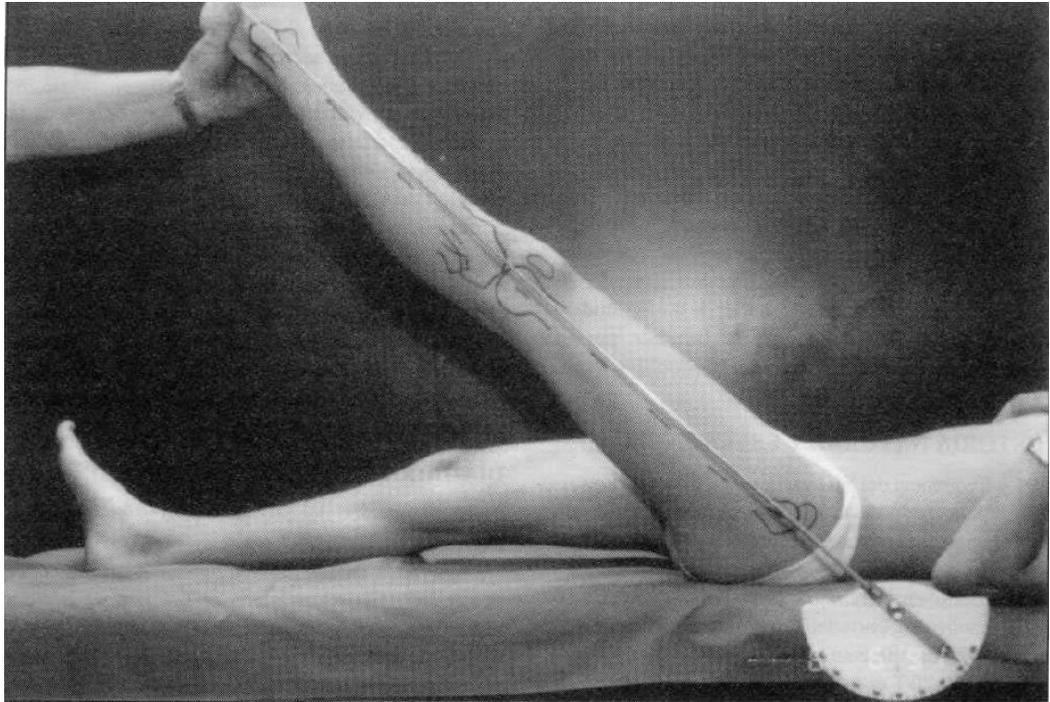


Figura 4. Test de elevación de la pierna extendida con goniometría

Contracción Muscular

Mecanismo de contracción

Las bandas A, están constituidas por filamentos gruesos color oscuro, formadas principalmente por la proteína miosina, mientras que las bandas I contienen filamentos finos de color claro formados por la proteína actina. El movimiento de los puentes cruzados que van de los filamentos gruesos a los finos causa el deslizamiento de los filamentos con aparición de tensión muscular y acortamiento.¹⁸

En el centro de cada banda I existe una línea Z oscura y fina, la disposición de los filamentos gruesos y finos entre cada par de línea Z forman la subunidad básica de la contracción del músculo estriado, el sarcómero.

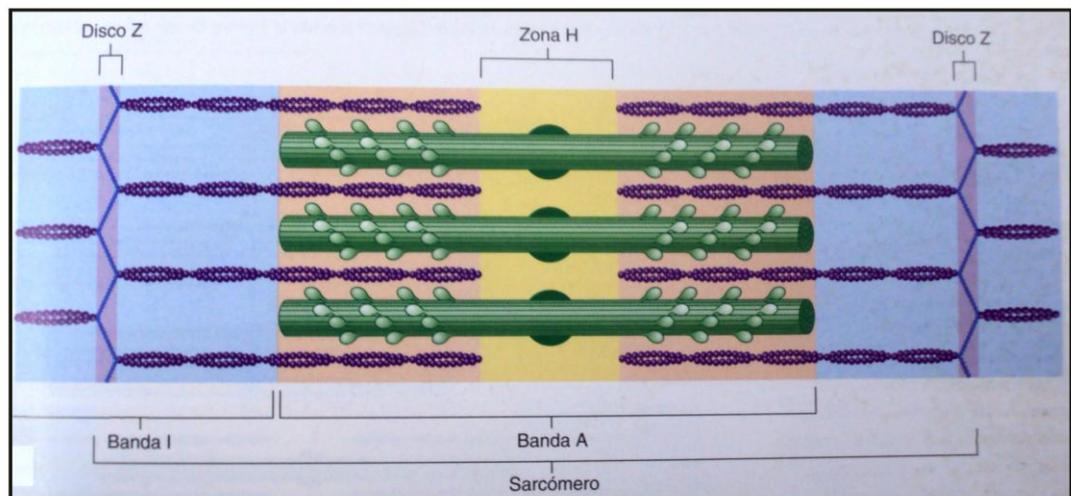


Figura 5. Fibra muscular y sus componentes.

El músculo al contraerse, disminuye su longitud acortando los sarcomeros. Una serie de cambios a nivel de las bandas I y A ocurren en este proceso, que generan una disminución de la amplitud de la banda I y la Zona H, pero se mantiene la banda A y las líneas Z y M.

Al contraerse el músculo, las fibras de miosina y de actina se acercan, el grado de contracción determina la magnitud de la disminución de la banda I y de la zona H siendo que, incluso, pueden llegar a desaparecer adquiriendo el sarcomero la totalidad de la estiración característica de las bandas A. Durante la contracción ocurre el deslizamiento recíproco de los filamentos de actina y miosina; los primeros en dirección a la línea M y los segundos a la línea Z.¹⁸

Teoría de la contracción del filamento deslizante

Según esta teoría cuando el músculo se contrae, disminuye a su longitud debido al acortamiento de sus fibras individuales. El acortamiento de los sarcomeros no se debe al acortamiento de los filamentos sino al deslizamiento de los filamentos finos sobre y entre los filamentos gruesos. En el proceso de contracción, los filamentos finos a cada lado de la banda A se deslizan cada vez más profundamente hacia el centro, dando lugar a un solapamiento progresivamente mayor con los filamentos gruesos. Las bandas I (filamentos finos) y las bandas H (filamentos gruesos) se acercan durante la contracción.¹⁸

Este deslizamiento de los filamentos se debe a la acción de mecanismos puentes cruzados que se extienden desde la miosina hasta la actina. Estos puentes cruzados forman parte de las proteínas de miosina que se extienden desde el eje de los filamentos gruesos formando fibras que finalizan en cabezas globulares. Las cabezas de miosina establecen puentes cruzados mediante su unión a la actina de cada lado del sarcomero y tiran de la actina de cada lado hacia el centro.¹⁸

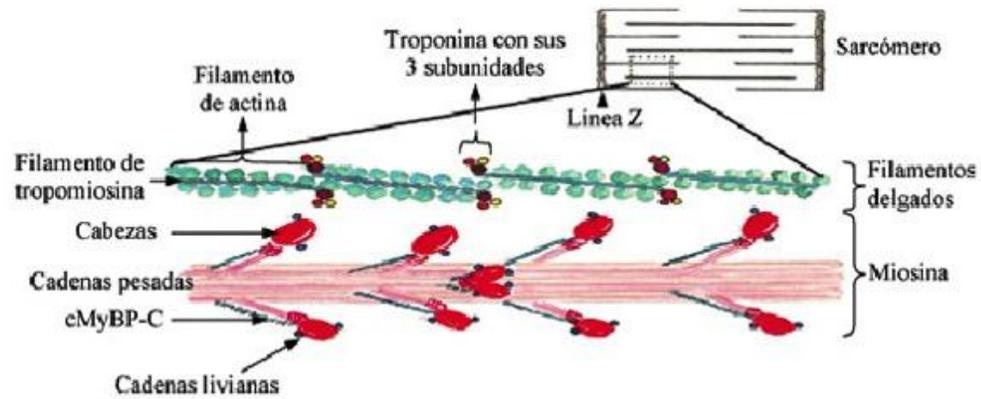


Figura 6. Filamentos de actina y miosina.

Cada cabeza globular de miosina de un puente cruzado contiene un lugar de unión del ATP asociado de manera estrecha a un lugar de unión de actina.

Esta reacción tiene lugar antes de que las cabezas de miosina puedan unirse a la actina. Cuando se hidroliza el ATP a ADP y Pi la cabeza de miosina se amartilla. La posición de la cabeza de miosina ha variado y posee ahora la energía potencial, necesaria para la contracción. La cabeza de la miosina vigorizada se encuentra

ahora en posición para unirse a la actina de forma que su energía almacenada puede liberarse.

Una vez que la cabeza de miosina se ha unido a la actina, formando un puente cruzado, se libera el Pi unido, lo que produce un cambio conformacional de la miosina y hace que el puente cruzado produzca un golpe de fuerza. Esta es la fuerza que tira del filamento fino hacia el centro de la banda A.

Acoplamiento excitación-contracción

Cuando se produce la estimulación de una fibra muscular para que se contraiga debido al efecto de una neurona motora, el Ca^{2+} almacenado se libera del retículo sarcoplasmico por difusión pasiva a través de canales de membrana denominados canales liberadores de calcio.

Cuando el Ca^{2+} se une a la troponina, los complejos troponina-tropomiosina cambian de posición. Entonces, los puentes cruzados se pueden unir a la actina dando lugar a un golpe de fuerza con separación de actina, además estos ciclos de contracción pueden continuar siempre y cuando el Ca^{2+} permanezca unido a la troponina.

Las cisternas terminales del retículo sarcoplasmico están separadas únicamente por una hendidura muy estrecha correspondiente a los túbulos transversales o túbulos T. Los túbulos transversales se abren hacia el espacio extracelular a través de

poros localizados en la superficie de la célula, y tienen capacidad para conducir potenciales de acción.

La liberación de acetilcolina por las terminaciones axónicas en las uniones neuromusculares (placas motoras terminales) da lugar a la activación eléctrica de las fibras musculares esqueléticas, generando potenciales de acción.

Para producir la contracción, las corrientes eléctricas deben penetrar hacia la vecindad de todas las miofibrillas separadas. Esto se logra mediante transmisión de los potenciales de acción a lo largo de túbulos transversos o mejor llamados tubulos T, que penetran a todo el espesor de la fibra muscular desde un lado hacia el otro. Los potenciales de acción de los túbulos T, a su vez, hacen que el retículo sarcoplásmico libere iones Ca^{2+} y estos iones de Ca^{2+} son los que a su vez producen la contracción.¹⁹

Los túbulos transversales contienen canales de calcio regulados por el voltaje, que responden a la despolarización de la membrana. Actualmente, se cree que hay un acoplamiento molecular directo entre estos canales de los túbulos transversales y los canales liberadores de calcio (receptores de rianodina) de los túbulos transversales del retículo sarcoplásmico. El cambio conformacional de los canales de calcio con puertas de voltaje de los túbulos transversales produce directamente la apertura de los canales liberadores de calcio del retículo sarcoplásmico. Esto libera calcio al citoplasma, elevando la concentración citoplasmática de calcio y

estimulando la contracción. El proceso mediante el cual los potenciales de acción producen la contracción se denomina acoplamiento excitación-contracción.¹⁹

Este mecanismo de acoplamiento excitación-contracción del músculo esquelético se ha descrito como un mecanismo de liberación electromecánica, debido a que los canales de calcio regulados por voltaje y los canales liberadores de calcio están acoplados físicamente (mecánicamente). Sin embargo, este mecanismo de liberación electromecánica no describe totalmente la forma en que los potenciales de acción estimulan la contracción de los músculos esqueléticos.¹⁹

Relajación Muscular

La relajación ocurre una vez realizada la contracción, si no hay nuevos impulsos nerviosos que afecten al músculo. El retículo sarcoplásmico utilizando las bombas de calcio ATPasas comienza a reaccumular Ca^{2+} que se encuentra en el sarcoplasma, este proceso se realiza contra gradiente de concentración y requiere gasto de ATP. Así pues, tanto la contracción muscular para mantener los enlaces actina-miosina como la relajación para reaccumular Ca^{2+} en las cisternas del retículo requieren ATP.

Cuando la concentración de Ca^{2+} en el sarcoplasma es lo suficientemente baja, la troponina queda libre de su unión con el Ca^{2+} , se une fuertemente a la actina, la tropomiosina recupera su posición inicial bloqueando los sitios activos de la actina, se rompen los enlaces actina-miosina y el sarcómero recupera su longitud

inicial. Si el proceso de entrada de calcio al R. sarcoplásmico es inhibido por alguna causa aunque no haya nuevos impulsos nerviosos la relajación no se produce.²⁰

La Flexibilidad

La flexibilidad es la capacidad para mover una articulación o una serie de articulaciones en toda la amplitud del movimiento indoloro y sin restricción.² Dependen de la extensibilidad de los músculos, que permite a los músculos que cruzan la articulación relajarse, elongarse y cede a una fuerza de estiramiento.

La artrocinematica de la articulación en movimiento, así como la capacidad de los tejidos conjuntivos periarticulares para deformarse, también afectan a la ROM articular y la flexibilidad general. A menudo., el termino flexibilidad se usa para referirse más específicamente a la capacidad de las unidades músculotendinosas para elongarse cuando un segmento corporal o una articulación se mueven en su amplitud articular.²

La flexibilidad dinámica comprende la amplitud del movimiento activo de una articulación. Este aspecto de la flexibilidad depende del grado en que una articulación se mueve por una contracción muscular y del grado de resistencia histica durante el movimiento activo. La flexibilidad pasiva es el grado en que una articulación se mueve pasivamente en toda su amplitud articular disponible y depende de la extensibilidad de los músculos y tejidos conjuntivos que cruzan y

rodean la articulación. La flexibilidad pasiva es un requisito pero no garantiza la flexibilidad dinámica.²

Factores que limitan la Flexibilidad

Existen diversos factores anatómicos que pueden limitar a capacidad de una articulación para desplazarse a través de una amplitud de movimiento completa y sin restricciones, estas son:²

- La estructura ósea puede restringir el punto límite de la amplitud.(por exceso de calcio en el espacio de la articulación)
- La grasa puede limitar la capacidad para desplazarse a través de una amplitud de movimiento completa.(grasa abdominal)
- La piel. (tejido de cicatrización)
- Los músculos y sus tendones, junto con las fascias que los rodean.
- Tejido conectivo.(pérdida de elasticidad de los ligamentos o de las cápsulas articulares, por inmovilidad prolongada o puede haber un aumento de la movilidad por hiperlaxitud)
- La edad también es un factor que afecta la flexibilidad ya que mientras aumenta la edad disminuye la flexibilidad.(sustitución de tejido muscular por colágeno)²¹

Evaluación de la flexibilidad

El objetivo del proceso de evaluación de la flexibilidad muscular es determinar si la amplitud del movimiento de la articulación está disminuido o acentuado por las estructuras articulares intrínsecas o por los músculos, que atraviesan esa articulación. Además en procesos de tratamiento y rehabilitación para cuantificar y objetivar los resultados de una terapia.²²

Goniometría

La goniometría es la técnica más utilizada para evaluar la amplitud del movimiento articular. Mide la flexibilidad en grados. Consiste en dos reglas o segmentos rectos ligados a un transportador o escala circular graduada en grados (Ver Figura 7). Las lecturas son tomadas en flexiones y extensiones articulares máximas.

Esta técnica fue estandarizada hacia 1965 por la Academia Norteamericana de Ortopedia (Borms, 1984).²³

La amplitud, o total, del movimiento de una articulación está en función de su morfología, de la capsula, de los ligamentos y de los músculos y tendones que cruzan la articulación.



Figura 7. Goniómetro

Objetivos de la evaluación de la amplitud del movimiento articular:

- 1.- Establecer la amplitud del movimiento existente disponible en una articulación y compararla con la amplitud normal para aquel paciente o con la amplitud del lado sano.
- 2.- La goniometría pone de manifiesto las limitaciones articulares en el arco de movimiento, pero no identifica la disfunción.
- 3.- Reevaluar el estado del paciente después del tratamiento y compararlo con su estado inicial.
- 4.- Muchos pacientes se dan cuenta de los cambios en la movilidad articular y normalmente se apoyan en estos progresos para implicarse en el tratamiento
- 5.- Documentar resultados de los regímenes de tratamiento frialdad médico legal.
- 6.- Participar en investigaciones clínicas de mejoría funcional.

Estiramiento

La movilidad y la flexibilidad de los tejidos blandos que rodean las articulaciones, es decir, los músculos, el tejido conjuntivo y la piel, junto con una movilidad articular adecuada, son necesarias para tener una amplitud de movimiento normal. La amplitud del movimiento (ROM) indolora y sin restricciones suele ser necesaria para realizar muchas tareas funcionales de la vida diaria así como actividades laborales o recreativas.²

También se cree que la movilidad adecuada de los tejidos blandos y las articulaciones es un factor importante para la prevención o la recaída de lesiones de los tejidos blandos. Las causas de un acortamiento adaptativo de los tejidos blandos de una articulación y la pérdida consiguiente de la amplitud del movimiento son: una inmovilización prolongada, restricción de la movilidad, enfermedades neuromusculares o del tejido conjuntivo, una patología hística debida a un traumatismo y deformidades óseas congénitas o adquiridas.²

Como conceptos importantes se deben definir flexibilidad y estiramiento. La flexibilidad es la capacidad para mover una articulación o una serie de articulaciones en toda la amplitud del movimiento indoloro y sin restricción. Depende de la extensibilidad de los músculos., que permite a los músculos que cruzan la articulación relajarse, elongarse y ceder a una fuerza de estiramiento, la artrocinemática de la articulación en movimiento, así como la capacidad de los

tejidos conjuntivos periarticulares para deformarse, también afectan a la ROM articular y la flexibilidad general.²

A menudo, el término “flexibilidad” se usa para referirse más específicamente a la capacidad de las unidades músculotendinosas para elongarse cuando un segmento corporal o una articulación se mueven en su amplitud articular.²

La flexibilidad dinámica comprende la amplitud del movimiento activo de una articulación. Este aspecto de la flexibilidad depende del grado en que una articulación se mueve por una contracción muscular y del grado de resistencia hística durante el movimiento activo. La flexibilidad pasiva es el modo en que una articulación se mueve pasivamente en toda su amplitud articular disponible y depende de la extensibilidad de los músculos y tejidos conjuntivos que cruzan y rodean la articulación. La flexibilidad pasiva es un requisito pero no garantiza la flexibilidad dinámica.²

Ahora el termino estiramiento en general se usa para describir cualquier maniobra terapéutica pensadas para elongar estructuras de tejido blando acortadas patológicamente y por lo tanto, para aumentar la amplitud de movimiento.

La respuesta neurofisiológica del músculo al estiramiento

Cuando un músculo se estira muy rápido, las fibras aferentes primarias estimulan las motoneuronas alfa de la medula espinal y facilitan la contracción de las fibras extrafusales, aumentando la tensión muscular. Esto se denomina reflejo de

estiramiento monosináptico. Los procedimientos de estiramiento que se realizan a gran velocidad pueden aumentar la tensión de un músculo que debe elongarse.²

Si se aplica una fuerza de estiramiento lenta a un músculo, los OTG se activan e inhiben la tensión del músculo, dejando que se elongue el componente elástico paralelo (sarcomera) del músculo.

Respuesta mecánica de la unidad contráctil al estiramiento

1.- Cuando un músculo se estira pasivamente, se produce una elongación inicial en el componente elástico en serie y la tensión aumenta bruscamente. Pasado un punto se produce una interrupción mecánica de los puentes cruzados cuando los filamentos se deslizan y separan produciéndose una elongación brusca de las sarcomeras, estas ceden. Cuando se interrumpe la fuerza de estiramiento, las sarcomeras individuales recuperan su longitud en reposo. La tendencia del músculo a recuperar su longitud en reposo después de un estiramiento de poca duración se llama elasticidad.

2.- Después de permanecer inmovilizado en una posición elongada durante un periodo prolongado de tiempo, se produce una reducción del número de proteínas y mitocondrias, lo cual conlleva atrofia y debilidad.

3.- Si un músculo se inmoviliza en una posición elongada durante un periodo prolongado de tiempo, aumentará el número de sarcomeras en serie, lo cual da lugar a una forma más permanente (plástica) de elongación muscular. El músculo

ajustara su longitud con el tiempo para mantener la máxima superposición funcional de la actina y la miosina.

4.- Un músculo que se inmoviliza en una posición acortada produce cantidades aumentadas de tejido conjuntivo que protegen al músculo cuando se estira. Se produce una reducción del número de sarcomeras como resultado de la absorción de sarcomeras.

5.- La adaptación de las sarcomeras a posiciones prolongadas (elongación o acortamiento) es transitoria si se permite al músculo recuperar su longitud normal después de la inmovilización.²

Características mecánicas del tejido blando no contráctil

Los tejidos blandos no contráctiles están en todo el cuerpo y se organizan en distintos tipos de tejido conjuntivo para sostener las estructuras del cuerpo. Ligamentos, tendones, capsula articulares, fascias, tejido no contráctil de los músculos y piel tienen características que llevarán al desarrollo de adherencias y contracturas, y, por tanto, afectan a la flexibilidad de los tejidos que cruzan la articulación. Cuando estos tejidos restringen la amplitud del movimiento y requieren estiramiento, es importante saber cómo responder a las distintas intensidades y duración de las fuerzas de estiramiento, y reconocer que la única forma de aumentar la flexibilidad del tejido conjuntivo es remodelando su arquitectura básica.²

Comportamiento mecánico del tejido no contráctil

El comportamiento mecánico de los distintos tejidos no contráctiles está determinado por la proporción de fibras de colágeno y elastina que posean, y por su orientación estructural. El colágeno es el elemento estructural que absorbe la mayor parte de la tensión tensil. El colágeno se elonga con rapidez bajo cargas ligeras (las fibras onduladas se enderezan dentro de la región de los dedos del pie): al aumentar la tensión, las fibras se vuelven rígidas. Resisteen con firmeza la fuerza deformadora que empieza a romper los enlaces entre fibrillas y moléculas de colágeno. Cuando se rompe un número sustancial de enlaces, las fibras se rompen. El tejido con una proporción mayor de colágeno confiere mayor estabilidad. El colágeno es 5 veces más fuerte que la elastina.²

En los tendones, las fibras de colágeno son paralelas y resisten una carga tensil máxima.

En la piel, las fibras de colágeno adoptan una disposición azarosa y son más débiles al resistir la tensión.

En los ligamentos, capsulas articulares y fascias, las fibras de colágeno varían entre los dos extremos. Los ligamentos que resisten las principales tensiones articulares presentan una orientación mas paralela de las fibras de colágeno y un área transversal mayor.²

Propiedades de los tejidos blandos que afectan a la elongación

Como se dijo con anterioridad, los tejidos blandos que pueden restringir el movimiento articular son los músculos, el tejido conjuntivo y la piel. Cada uno de ellos tiene cualidades únicas que afectan a su extensibilidad, es decir, a su capacidad para elongarse. Cuando se aplican procedimientos de estiramiento a estos tejidos blandos, afectan a la repuesta de los distintos tipos de tejidos blandos. Las características mecánicas del tejido contráctil y no contráctil, y las propiedades neurofisiológicas del tejido contráctil afectan a la elongación de los tejidos blandos.²

Cuando se estiran los tejidos blandos, se producen cambios elásticos o plásticos. La elasticidad es la capacidad de los tejidos blandos para recuperar su longitud en reposo después de un estiramiento pasivo. La plasticidad es la tendencia de los tejidos blandos a asumir una longitud nueva y mayor después de suprimir la fuerza de estiramiento. Los tejidos contráctiles y no contráctiles tienen cualidades elásticas y plásticas.²

Cambios en el colágeno que producen disminución de la resistencia a la elongación

1.- Efectos de la inmovilización: se produce un debilitamiento del tejido por el recambio metabólico del colágeno y por los enlaces débiles entre las fibras nuevas no sometidas a tensión. Se produce también la formación de adherencias porque hay mas enlaces cruzados entre las fibras de colágenos desorganizadas y por la

menor eficacia de la sustancia fundamental para mantener el espacio y la lubricación entre las fibras.²

2.- Efectos de inactividad: se produce un aumento del tamaño y cantidad de las fibras de colágenos, lo cual debilita el tejido; hay un aumento proporcional del predominio de fibras de elastina, lo cual también incrementa la distensibilidad. La recuperación lleva unos 5 meses con carga cíclica regular.²

3.- Efectos de la edad: hay una disminución de la resistencia tensil máxima y del modulo elástico, y el índice de adaptación a la tensión es más lento. Aumenta la tendencia a sufrir síndromes por uso excesivo, fatiga y desgarros con el estiramiento.²

4.- Efectos de los corticosteroides: existe un efecto perjudicial duradero sobre las propiedades mecánicas del colágeno con una reducción de la resistencia tensil. Se produce la muerte de fibroblastos cerca del lugar de la inyección con retraso en su reparación de hasta 15 semanas.²

Propiedades neurofisiológicas el tejido contractil

Los Husos Musculares

Los husos musculares son el principal órgano sensorial del músculo y se componen de fibras intrafusales microscópicas que se disponen en paralelo a las fibras extrafusales. Los husos musculares controlan la velocidad y duración de los estiramientos y detectan los cambios de longitud de los músculos. Las fibras del huso muscular detectan la rapidez con la que se estira el músculo. Las fibras aferentes primarias (tipo Ia) y secundarias (tipo II) surgen de los husos musculares, forman sinapsis en las motoneuronas alfa o gamma, respectivamente, y facilitan la contracción de las fibras extrafusales e intrafusales.²

Órgano tendinoso de Golgi

Los OTG se localizan cerca de la unión músculotendinosa, envuelven los extremos de las fibras extrafusales del músculo y son sensibles a la tensión del músculo causada por un estiramiento pasivo o la contracción activa del músculo.

Los OTG son un mecanismo protector que inhibe la contracción del músculo en el que están. Tienen un umbral muy bajo de activación (se activan con facilidad) después de una contracción activa, y un umbral alto de activación con estiramiento pasivo.² Cuando se desarrolla tensión excesiva en un músculo, se activan los OTG, inhiben la actividad de las motoneuronas alfa, y reducen la tensión del músculo.

Durante los procedimientos de estiramiento, la tensión del tendón determina si las sarcomeras del músculo se elongan.²

Reflejo miotático o de estiramiento

Cuando se estira súbitamente un músculo, parte media del huso también se alarga y envía una señal sensitiva inmediata hacia la medula espinal. Esta señal, a su vez, excita los nervios motores que contraen a las fibras musculares estriadas a ambos lados del huso muscular. Por tanto, el estiramiento (tracción) súbito del músculo produce una contracción refleja inmediata del mismo músculo, que se opone de manera automática al estiramiento ulterior de este. Este efecto se llama reflejo de estiramiento o tracción, y funciona amortiguando los cambios de la longitud del músculo. Esto es, impide que cambie con rapidez la longitud de este.²⁴

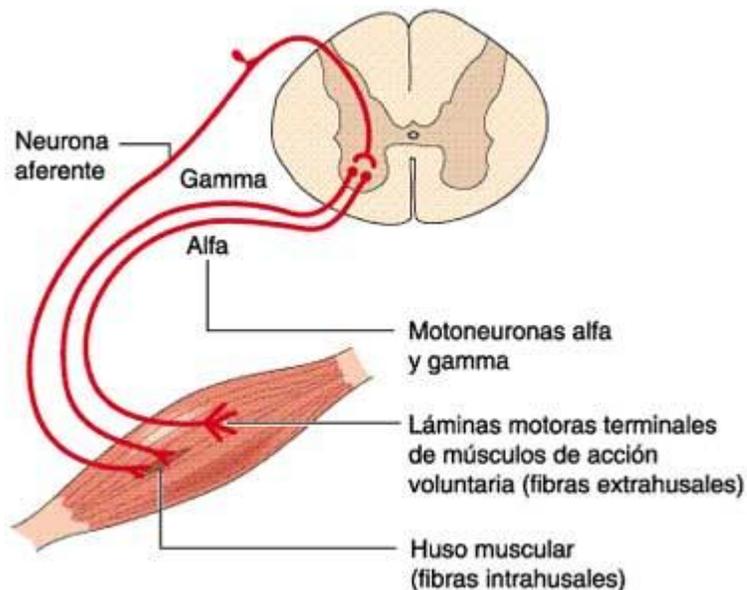


Figura 8. Reflejo Miototico

Otro aspecto del proceso de amortiguación es que puede activarse o desactivarse por estimulación o inhibición de las fibras gamma eferente que inervan el músculo intrafusal del huso. Cuando las señales gamma eferentes excitan al huso, se ponen tensos ambos extremos del mismo. En estas condiciones, el huso reacciona con rapidez e intensidad a cualquier grado de estiramiento o tracción. Por otra parte, cuando las fibras gamma eferentes no están activadas, el huso muscular se pone flácido y no reacciona al estiramiento. Se puede comprender con toda facilidad la importancia de esta capacidad del mecanismo de amortiguación para activarse o desactivarse. Por ejemplo, si una persona está efectuando una función delicada con los dedos, es de gran importancia que los músculos de hombro y codo estén amortiguados en gran medida, de modo que incluso la fuerza más ligera contra la mano inicie un reflejo inmediato que impida que la mano se desplace con rapidez desde su punto de fijación. En contraste, cuando una persona desea agitar el brazo en un arco amplio, es esencial que se suprima el mecanismo de amortiguación, lo que se puede lograr simplemente desactivando las señales que pasan por las fibras gamma eferentes hacia los husos musculares.²

Unidad miotendinosa

El músculo está compuesto por elementos contráctiles y una gran proporción de tejido conjuntivo, este tejido conjuntivo está constituido por capas que envuelven los elementos contráctiles y que están dispuestas en forma paralela a las fibras musculares, se denomina componente elástico en paralelo y por tendones y estrías Z, dispuestas según el eje longitudinal de las fibras musculares, se denomina componente elástico en serie.²⁴

Es necesario subrayar que las miofibrillas están inmersas en un líquido viscoso muy rico en agua, el sarcoplasma; confiriéndole al componente contráctil propiedades viscoelásticas, es decir, una elasticidad imperfecta comparable a un amortiguador. De esto se deduce que las curvas de alargamiento inducidas por la fuerza de tracción, y de vuelta a la posición inicial tras el cese de la tracción, no son superponibles. Existe un desplazamiento, una amortiguación denominada histéresis y que caracteriza el comportamiento viscoelástico. Este citado comportamiento se asocia funcionalmente al componente elástico en serie.²⁴

Las fibras de colágeno, adoptan una posición espiral y no necesariamente rectilínea, lo que permite explicar en parte, a pesar de la presencia del colágeno, que es casi inextensible, una cierta reserva de alargamiento del tendón.

El tejido muscular tiene una gran concentración de agua, no así el tejido tendinoso, más bien al contrario. El tejido muscular está muy vascularizado, no así el tejido

tendinosos. Sin embargo tanto el músculo como el tendón son estructuras muy inervadas.²⁴

Facilitación Neuromuscular Propioceptiva

La función motora normal está basada en una suma de informaciones sensitivas normales. Para realizar un movimiento en buenas condiciones, se tiene la necesidad de obtener información constante sobre la posición de los segmentos. Es aquí donde resalta la importancia del sentido Kinestesico. Este se compone de las siguientes sensaciones: sensación de apoyo, posición articular, variaciones de la tensión muscular, conocimiento preciso de la velocidad y de la dirección de un desplazamiento angular, lineal o rotatorio imprimido a una o varias articulaciones. Las vías aferentes así excitadas informan al individuo acerca de la posición respectiva de cada uno de los segmentos del cuerpo, uno en relación del otro.²⁵

La reeducación neuromuscular se interesa en el entorno de la función de grupos musculares que efectúan conjuntamente el movimiento a partir de un estímulo sensorial; parece ser que la pérdida de un solo músculo clave del movimiento es suficiente para impedir el desarrollo de este en el orden y complejidad habitual. El movimiento integrado es una coordinación temporal variable que integra a los músculos agonistas en forma secuencial. Esto necesita la participación equilibrada de todos los músculos de la zona afectada. Las técnicas vienen a reforzar el músculo débil, reintegrándolo en un movimiento funcional que el individuo ya

conoce, y en la ejecución del cual el músculo débil es ayudado por sus agonistas y sinergistas.²⁵

La técnica de FNP para restituir el patrón cinético normal, se basan en la influencia de los reflejos posturales y reacciones de enderezamiento sobre el tono muscular y sus repercusiones sobre la postura.

Definición: Existen varias definiciones de lo que es la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), pero las más apropiadas se mencionaran a continuación.²⁶

La técnica de FNP son métodos que consisten en establecer demandas específicas con la finalidad de obtener la respuesta que se desea y pueden ser definidas como métodos destinados a promover o acelerar la respuesta del mecanismo neuromuscular, por medio de la estimulación de los propioceptores.

La FNP es el conjunto de métodos o técnicas cuya finalidad es facilitar el desencadenamiento de mecanismos neuromusculares estimulados por los propioceptores, existentes en el músculo, tendón, ligamento y capsula articular, incluyendo las sensaciones exteroceptivas del tacto y piel.²⁶

La FNP es un enfoque del ejercicio terapéutico basado en los principios de la anatomía y neurofisiología funcional humana. Utiliza información propioceptiva, cutánea y auditiva para producir mejoras funcionales de la respuesta motora.²⁶

Bases neurofisiológicas

La mayoría de los principios en que se basan las técnicas de ejercicio terapéutico modernas pueden atribuirse a los trabajos de Sherrington, que fue el primero en definir los conceptos de facilitación e inhibición.²⁵

Un impulso que baja por el tracto corticoespinal o un impulso aferente que sube de los receptores periféricos en el músculo causa una descarga de impulsos, que tiene como resultado la descarga de un número limitado de neuronas motoras específicas, así como la de neuronas motoras circundantes adicionales (anatómicamente cercanas) en el área del margen subliminal. Se dice que un impulso que causa el reclutamiento y la descarga de neuronas motoras adicionales es facilitador. Por el contrario, cualquier estímulo que haga que las neuronas motoras abandonen la zona de descarga y se alejen del margen subliminal se considera inhibitorio. La facilitación tiene como resultado un aumento de la excitabilidad de las neuronas motoras. Por tanto, la función de los músculos débiles se vería ayudada por la facilitación, y la espasticidad muscular disminuiría con la inhibición.²⁵

Sherrington considero que los impulsos transmitidos desde los receptores de estiramiento periféricos a través del sistema aferente eran la influencia más intensa sobre las motoneuronas alfa. La descarga de las neuronas motoras puede facilitarse por medio de la estimulación periférica, que hace que los impulsos aferentes entren en contacto con las neuronas estimuladoras, lo que resulta en un aumento del tono muscular o de la fuerza de contracción voluntaria. Las neuronas motoras

también pueden inhibirse por medio de la estimulación periférica, que es causante de que los impulsos aferentes entren en contacto con las neuronas inhibitorias, lo que provoca una relajación muscular y permite el estiramiento del músculo.

Los principios y las técnicas de FNP descritos están basados principalmente en los mecanismos neurofisiológicos que implican dos tipos de receptores: el huso muscular que informa el sistema nervioso tanto de la longitud del músculo como de la velocidad del cambio de longitud y el órgano tendinoso de Golgi que transmite información sobre la tensión y la velocidad de la modificación de la tensión.

El estiramiento ejercido sobre un músculo causa un aumento de la frecuencia del impulso transmitido a la medula espinal desde el huso neuromuscular, que a su vez produce un aumento de la frecuencia de los impulsos nerviosos motores que regresan a ese mismo músculo, resistiéndose de este modo de forma refleja al estiramiento. No obstante, el desarrollo de una tensión excesiva en el músculo activa los órganos tendinosos de Golgi, cuyos impulsos sensitivos son transportados de regreso a la medula espinal. Estos impulsos tienen un efecto inhibitorio sobre los impulsos motores que regresan a los músculos y, por tanto, hacen que dichos músculos se relajen.

Dos fenómenos neurofisiológicos ayudan a explicar la facilitación e inhibición de los sistemas neuromusculares. El primero de ellos es conocido como inhibición autógena, y se define como la inhibición medida por fibras aferentes de un

músculo extendido que actúa sobre las motoneuronas alfa que abastecen ese músculo, causando de este modo su relajación. Cuando se extiende un músculo, las neuronas motoras que lo abastecen reciben impulso de excitación e inhibición de los receptores. Si el estiramiento continúa durante un periodo de tiempo levemente prolongado, las señales inhibitoras de los órganos tendinosos de Golgi acaban por anular los impulsos de excitación y, por tanto, causan la relajación. Puesto que mientras las neuronas motoras inhibitoras reciben impulsos de los órganos tendinosos de Golgi, el huso neuromuscular crea una excitación refleja inicial que conduce a la contracción, aparentemente los órganos tendinosos de Golgi envían impulsos inhibitoros que duran lo que el aumento de la tensión (como resultado del estiramiento pasivo o la contracción activa) y acaban por dominar los impulsos más débiles del huso neuromuscular. Esta inhibición parece proteger el músculo contra las lesiones de las contracciones reflejas resultantes del estiramiento excesivo.²⁶

En la práctica esto nos indicaría que después de una enérgica contracción del antagonista, aumenta la potencia del agonista. De este principio nacen las cuatro técnicas de inversión de antagonistas: contracciones repetidas, inversión lenta, inversión lenta y sostén y la estabilización rítmica.

Un segundo mecanismo, conocido como inhibición recíproca, se encarga de las relaciones de los músculos agonistas y antagonistas. Los músculos que se contraen para producir el movimiento de la articulación se denominan agonistas, y el movimiento resultante recibe el nombre de patrón agonista. Los músculos que se

extienden para dejar que se produzca el patrón agonista se denominan antagonistas. El movimiento que se produce en sentido directamente opuesto al patrón agonista se llama patrón antagonista.²⁷

Cuando las neuronas motoras del músculo agonista reciben impulsos de excitación de los nervios aferentes, las neuronas motoras que abastecen los músculos antagonistas quedan inhibidas a causa de los impulsos aferentes. Por tanto, la contracción o la extensión prolongada del músculo antagonista deben provocar relajación o inhibir el músculo agonista. Del mismo modo, una rápida extensión del músculo antagonista facilita una contracción del agonista. Para facilitar o inhibir la movilización, la FNP se basa en los actos de estos grupos musculares agonistas y antagonistas.²⁷

Hay que hacer una última aclaración respecto a la inhibición autógena y recíproca. Las neuronas motoras de la medula espinal siempre reciben una combinación de impulsos de inhibición y excitación de los nervios aferentes. El que estas neuronas motoras se exciten o se inhiban dependerá de la proporción de estos impulsos entrantes.²⁶

Se han propuesto varios enfoques diferentes del ejercicio terapéutico basándose en los principios de facilitación e inhibición. Entre estos se cuentan el método de Bobath, el Brunnstrom, el de Rood y el método de Knott y Voss, que estos autores denominaron facilitación neuromuscular propioceptiva. Aunque cada una de estas técnicas es importante y resulta útil, el enfoque de FNP de Knott y Voss es

probablemente el que hace un uso más explícito de la estimulación propioceptiva.²⁷

Fundamentos para su utilización

La FNP tiene como objetivo que lo que el paciente puede hacer físicamente dentro de las limitaciones de la lesión. Su utilización óptima es quizá para reducir las deficiencias de la fuerza, flexibilidad y coordinación, en respuesta a las necesidades a las que debe hacer frente el sistema neuromuscular.²⁶

Los principios de la FNP intentan ofrecer una respuesta máxima para aumentar fuerza, flexibilidad y coordinación. Estos principios deben aplicarse teniendo en cuenta su conveniencia para alcanzar un objetivo en particular. No hay duda respecto a que la actividad continuada durante un programa de rehabilitación es esencial para mantener o aumentar la fuerza o la flexibilidad. Por tanto, un programa intenso debe ofrecer el mayor potencial de recuperación posible.

El enfoque de la FNP es holístico e integra los aspectos sensoriales, motores y psicológicos de un programa de rehabilitación. Incorpora actividades reflejas de los niveles segmentario y suprasegmentario, inhibiéndolas o facilitándolas según sea apropiado.

Este cerebro solo reconoce un movimiento articular global y no una acción muscular individual. Además, la fuerza de una contracción muscular es directamente proporcional a las unidades motoras activas. Por tanto, para aumentar la fuerza de un músculo, se debe estimular el mayor número posible de unidades

motoras para reforzar las fibras musculares restantes. Esta “irradiación”, o efecto de desbordamiento, puede producirse cuando los grupos musculares más fuertes ayudan a los grupos más débiles a llevar a cabo un movimiento concreto.

Esta cooperación conduce al objetivo de la rehabilitación de recuperar una función óptima.²⁷

Principios básicos

Estos principios son las bases de FNP a los que se debe sujetar cualquier técnica específica.²⁷

1. Hay que informar al paciente sobre los patrones de FNP en lo relativo a las posiciones inicial y final. El terapeuta debe dar instrucciones breves y sencillas.
2. En el aprendizaje de los patrones, le puede servir de ayuda al paciente que pueda mirar el movimiento de la articulación. Este estímulo visual ofrece al paciente una retroalimentación para el control de dirección y posición.
3. Las indicaciones verbales se utilizan para coordinar el esfuerzo voluntario con respuestas reflejas. Las órdenes deben ser tajantes y sencillas. Las ordenes que mas suelen utilizarse en las técnicas de FNP son “tirar” y empujar, tirar, para solicitar una contracción isotónica, mantener, para una contracción isométrica, y relajar.

4. El contacto manual con la presión apropiada es esencial para influir en la dirección del movimiento y facilitar la respuesta máxima, porque las respuestas reflejas se ven extraordinariamente afectadas por los receptores de presión. El contacto manual debe ser firme y con confianza para dar al paciente sensación de seguridad. Una respuesta de movimiento puede facilitarse colocando la mano sobre el músculo que se está contrayendo para facilitar un aumento de la fuerza.
5. La mecánica y posición corporal apropiadas del terapeuta son esenciales para aplicar presión y resistencia. El terapeuta debe ubicarse en una posición que acomode el patrón de movimiento diagonal, de modo que la resistencia se pueda aplicar fácilmente a través de toda la amplitud de movimiento.
6. La cantidad de resistencia ofrecida debe facilitar una respuesta máxima que permita un movimiento suave y coordinado. La resistencia apropiada depende en gran medida de las capacidades del paciente.
7. El movimiento de rotación es un componente crítico de todos los patrones de FNP porque sin él la contracción máxima es improbable.
8. La cadencia normal es la secuencia de contracción muscular que se produce en cualquier actividad motora normal que resulta en un movimiento coordinado. Los componentes de movimiento distal deben completarse como muy tarde a medio camino del patrón de FNP total. Para

lograrlo, hay que sincronizar las órdenes verbales apropiadas con las órdenes manuales.

9. La sincronización para dar énfasis se utiliza principalmente con las contracciones isotónicas. Este principio superpone la resistencia máxima, en puntos específicos de la amplitud, sobre patrones de facilitación, permitiendo la irradiación o desbordamiento de los componentes más débiles del patrón de movimiento, de este modo, se hace hincapié en los componentes más fuertes para facilitar los componentes más débiles de un patrón de movimiento.
10. Se puede facilitar articulaciones específicas utilizando tracción o aproximación. Ambas técnicas estimulan los propioceptores articulares. La tracción aumenta la respuesta muscular, promueve el movimiento, ayuda en las contracciones isotónicas y se utiliza en la mayoría de los movimientos de flexión en contra de la fuerza de la gravedad. La tracción debe mantenerse durante todo el patrón. La aproximación aumenta la respuesta muscular, promueve la estabilidad, ayuda en las contracciones isométricas y se utiliza principalmente con los movimientos de extensión (asistidos por la gravedad). La aproximación puede ser rápida o gradual y puede repartirse durante un patrón.
11. Haciendo que el músculo realice una extensión rápida antes de la contracción muscular, se facilita que el músculo responda con mayor

fuerza al mecanismo de reflejo de estiramiento. Se consiguen unos resultados especialmente eficaces estirando de forma simultánea todos los compuestos de un movimiento.

Técnica de Facilitación

Las técnicas específicas de FNP pueden utilizarse en un programa de rehabilitación para aumentar la fuerza o para facilitar un grupo muscular agonista en concreto, o para extender o inhibir el grupo antagonista.

Las técnicas específicas pueden ser analizadas como si ellas fuesen dirigidas primeramente al agonista; no importa que el antagonista se emplee principalmente para relajar o inhibir al antagonista mismo. Además, existe una superposición de efectos, porque la facilitación y la inhibición son inseparables. Así, podemos clasificar a estas técnicas por la contribución a la inmovilidad y la estabilidad que ellas ofrecen.²⁷

Las técnicas específicas raras veces se usan por separado, pues casi siempre se les combina en una secuencia que fomenta el efecto deseado. Los procedimientos en que se emplean las técnicas del antagonista, la inversión y la relajación, la mayoría de las veces se continúan con el empleo de contracciones repetidas para dar énfasis al movimiento en la dirección que se desea. La diversidad de los problemas, el grado de afección y la presencia de dolor son todos factores que intervienen en dicha selección.²⁷

La batería de técnicas específicas permite seleccionar la manera o maneras en que los procedimientos básicos pueden completarse y adaptarse con las necesidades del paciente.

Las necesidades del paciente se suplen con mayor facilidad combinando los procedimientos básicos y las técnicas específicas, todo lo cual resulta más eficaz cuando se superpone a los patrones en espiral y diagonal de la facilitación, como patrones individuales, como patrones combinados y como patrones totales de movimiento y postura.²⁷

En resumen las técnicas específicas son contactos manuales, tracción; aproximación, estiramiento, sincronismo para el énfasis; resistencia máxima; refuerzo; contracción repetidas; sostén, relajación y movimiento activo; iniciación rítmica; inversión lenta; inversión lenta y sostén; estabilización rítmica; inversión rápida; contracción relación, sostén y relajación; inversión lenta, sostén y relajación; rotación rítmica.²⁷

Técnicas de FNP para estiramiento

Son nueve las técnicas desarrolladas por el DR. Kabat, dependiendo del caso, mejoran la fuerza o provocan la relajación de los músculos. Estas técnicas emplean dos tipos de contracciones musculares. Las isotónicas e isométricas en la aplicación de los principios de la FNP. Las contracciones voluntarias, que generan movimiento, se llaman contracciones isotónicas. Hay dos tipos de contracciones

isotónicas: las contracciones concéntricas, en las que los músculos se acortan al trabajar, y las contracciones excéntricas, en las que los músculos oponen resistencia al tiempo que se elongan por acción de una fuerza externa.

Las que se utilizan en mayor medida para el entrenamiento de la flexibilidad son:

Contraer relajar: Contracción isotónica del músculo que se extenderá, seguida de una breve etapa de relajación y luego un estiramiento del mismo.

Mantener relajar: Contracción isométrica del músculo que se extenderá, seguida de una etapa de relajación y luego una de estiramiento del mismo.

Inversión lenta-mantenimiento -relajación: contracción isotónica del músculo contrario al que se extenderá, contracción isométrica del músculo a estirar, relajación y luego estiramiento.

La técnica con la que se trabaja en el estudio, será la técnica de contracción relajación. Durante la búsqueda de la literatura se vio que los autores no se ponen de acuerdo con la nomenclatura de las técnicas, ya que la técnica de contraer relajar, se ha visto que se utiliza con una contracción isométrica, como también otros textos dicen que es una contracción isotónica.²⁸

En este estudio se utilizara la técnica como contraer relajar con una contracción isométrica del músculo que se desea estirar.

Técnica de contracción y relajación

Se empieza con el músculo acortado en una posición elongada que sea cómoda. Luego se le pide al paciente que contraiga isométricamente el músculo acortado contra la resistencia sustancial durante 5 a 10 segundos hasta que el músculo llegue a la fatiga. Luego se hace que el paciente se relaje voluntariamente, para que el terapeuta pueda elongar el músculo moviendo pasivamente la extremidad en toda la amplitud adquirida.²

Se repite todo el procedimiento después de varios segundos de reposos. Se hace que el paciente descanse con el músculo en una posición elongada confortable.

Técnica para aumentar la flexión de la cadera con la rodilla extendida

Se ubican las manos en la rodilla del paciente completamente extendido, se sostiene la pierna del paciente con el brazo o el hombro. Se estabiliza la extremidad contraria a lo largo de la cara anterior del muslo con la otra mano o un cinturón a nivel pélvico o con la ayuda de otra persona.

Con la rodilla en extensión máxima, se flexiona la cadera todo lo posible. Luego el terapeuta se arrodilla en la colchoneta y coloca el talón del paciente contra su hombro. El terapeuta coloca ambas manos a lo largo de la cara anterior de la porción distal del fémur para mantener extendida la rodilla. Y se le pide al paciente que realiza una contracción isométrica durante 5 a 10 segundos, o sea, en palabras más simples para el paciente se le pide que empuje hacia abajo, que empuje al terapeuta.

Luego se le pide al paciente que deje de realizar fuerza y el terapeuta pasa nuevamente a flexionar la cadera todo lo posible hasta toparse con la nueva sensación de tirantes, para quedar por 10 segundos en esa posición. Luego reposa unos segundos y se vuelve a realizar la maniobra de la misma manera señalada.

Las ordenes para la contracción y relajación en esta situación, serian las siguientes:

“tire su pie hacia abajo y adentro”: extensión, abducción, rotación externa, isotónica, zona de rotación externa frente a resistencia máxima.²

“afloje”: se aligera la presión, se sostiene la parte y se espera que ocurra la relajación, se mueve la extremidad hacia la flexión, abducción, rotación interna.²⁸

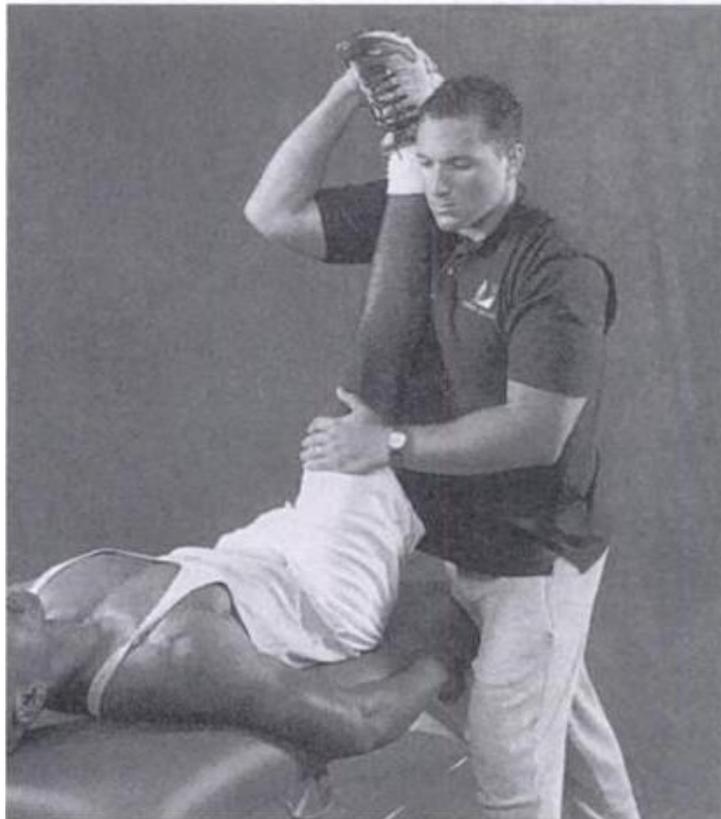


Figura 9. Posición inicial para la elongación de la musculatura isquiotibial

Electroterapia

“Aplicación de energía electromagnética, de diferentes formas, al organismo, con el fin de producir sobre él, reacciones biológicas y fisiológicas, las cuales aprovecharemos para mejorar los distintos tejidos cuando se encuentran sometidos a enfermedad o alteraciones metabólicas de las células que componen dichos tejidos”³⁰

Corrientes utilizadas en electroterapia

Pueden ser clasificadas según la frecuencia utilizada para la terapia, encontrando:

- Baja frecuencia desde 0 a 1.000 Hz
- Media frecuencia desde 1.000 a 500.000 Hz (utilizadas desde 2.000 a 10.000 Hz)
- Alta frecuencia desde 500.000 Hz hasta el límite entre ultravioleta de tipo B y C

Otra clasificación es según el tipo de onda:

- De flujo constante y polaridad mantenida.
- De flujo interrumpido y polaridad mantenida.
- De flujo constante y polaridad invertida.
- De flujo interrumpido y polaridad invertida.
- Modulada de amplitud.
- Modulada de frecuencia.
- Aplicación simultánea de dos o más corrientes.

Electroestimulación Neuromuscular

Los tejidos vivos tienen la capacidad de reaccionar frente a diferentes estímulos del medio interno y externo. Entre ellos los estímulos eléctricos se encuentran entre los más usados en experimentación, ya que son fáciles de medir, no producen alteraciones duraderas en las estructuras y requieren de poca energía. Ante estos estímulos la célula nerviosa reacciona enviando impulsos eléctricos, mientras que el músculo reacciona contrayéndose y originando energía mecánica.

La electroestimulación neuromuscular (EENM) puede definirse como la estimulación eléctrica del músculo inervado que se realiza a través de fibras nerviosas motoras en el músculo o grupo muscular en particular. Por otra parte la electroestimulación muscular o EEM, es la estimulación que se aplica directamente sobre el músculo denervado y cuyo objetivo principal es mantener el trofismo.

La EENM es producida por un aparato conectado al cuerpo, que se encarga de soltar pequeñas descargas eléctricas sobre el músculo a trabajar. Provocando el movimiento involuntario del mismo, al ritmo e intensidad que se le quiera imponer.

La electroestimulación produce potenciales de acción que son indistinguibles de los producidos por el propio sistema nervioso, pudiendo activar las fibras nerviosas sensibles periféricas, y los sistemas autónomos o vegetativos.^{29 30}

Su efecto más visible y palpable es la respuesta del músculo con una contracción muscular frente al estímulo eléctrico producido. Al igual que en el sistema nervioso, los estímulos producidos por la electroestimulación siguen la ley del todo o nada, es decir que cuando la intensidad y la duración del estímulo sobrepasan cierto umbral, se desencadena la contracción muscular.^{29 30}

Diferencias entre una contracción voluntaria y por estimulación eléctrica

Contracción Voluntaria:

- Las fibras motoras son reclutadas de las más pequeñas a las más grandes, según la necesidad de fuerza.
- No producen cansancio al comienzo del ejercicio.
- Debido a que en los movimientos voluntarios algunas fibras se excitan y otras se inactivan, la contracción muscular voluntaria varía de un movimiento al siguiente.

Contracción Estimulación Eléctrica:

- Las fibras reclutadas van desde las más superficiales, correspondientes a motoneuronas grandes que inervan las fibras musculares rápidas.
- Producen cansancio desde el comienzo del ejercicio.
- Se activan las mismas unidades motoras.
- Debido a la inversión del patrón de reclutamiento de fibras nerviosas y a su descarga sincrónica, se producen una fatiga muscular precoz.

Periodo Refractario

Se debe considerar que cada fibra nerviosa tiene un periodo refractario, que se acomoda a su función y a su frecuencia máxima de despolarización. En el periodo refractario absoluto, la célula no es capaz de despolarizarse aunque los estímulos producidos tengan la duración y la intensidad suficientes, por lo que se debe esperar la repolarización para que la membrana pueda ser nuevamente estimulada. Por otra parte, el periodo refractario relativo, es el periodo que sigue al periodo refractario absoluto en la que los estímulos más intensos pueden estimular la membrana celular. Es importante tener en cuenta este mecanismo cuando se realiza estimulación eléctrica, ya que la pausa entre los estímulos debe ser lo suficientemente grande como para permitir una repolarización de la membrana celular.³¹

La electroestimulación neuromuscular se utiliza principalmente para:

- Evitar o tratar atrofia por desuso
- Ayudar a la reeducación muscular
- Relajación de contracturas reflejas o antialgicas
- Potenciar el efecto de la bomba muscular, lo que favorece la circulación sanguínea.
- Tratamiento de la espasticidad
- Potenciación muscular y preparación deportiva³²

Precauciones

- En pacientes con hipertensión e hipotensión arterial, debe ser controlado por el posible efecto que podría tener sobre la tensión arterial.
- No es aconsejable su utilización en la proximidad a nervios con funciones orgánicas como el frénico o los esfinterianos.
- No se aconseja en áreas próximas a tromboflebitis o trombosis, ya que las contracciones musculares podrían facilitar un tromboembolismo.
- No se aconseja en áreas de metástasis o infecciones por el posible agravamiento del proceso.

Contraindicaciones

- Está contraindicada en pacientes con marcapasos por el riesgo de producir asistolia o fibrilación ventricular. En insuficiencia cardiaca podría tener influencia sobre el ritmo cardiaco.
- Sobre el seno carotideo por sus posibles repercusiones sobre la tensión arterial y ritmo cardiaco.
- En mujeres embarazadas no se debe aplicar cuando involucre la musculatura uterina, por posibles afecciones en el feto.
- No se debe usar en la cercanía de un aparato de diatermia, por que las onda electromagnéticas alteran los parámetros de aplicación y pudiesen ocasionar trastornos en los pacientes.²⁹

Corrientes de media frecuencia

Las corrientes de media frecuencia van desde los 1.000 a los 500.000 Hz (2.000 a 10.000 Hz en la práctica). La media frecuencia busca aplicar intensidades importantes a los pacientes sin que estos manifiesten molestias al paso de la corriente.¹²

Estas corrientes tienen varias ventajas frente a las corrientes de baja frecuencia.

- Disminución de la impedancia de la piel. Con las corrientes de media frecuencia se consigue con mayor facilidad, una penetración más profunda de los tejidos y mayor efecto con la misma intensidad.
- El umbral sensitivo se eleva con la frecuencia. Por esta razón dan menos sensaciones de cosquilleo y son más tolerables a intensidades mayores.
- Por ser corrientes alternas no tienen efectos polares, no producen irritación cutánea y no hay peligro de lesiones químicas.
- Se pueden modular endógena y exógenamente en frecuencias equivalentes a las usadas en corrientes de baja frecuencia y obtener efectos similares, pero con todas las ventajas antes mencionadas.

Las corrientes de media frecuencia no son capaces por si solas de producir los efectos terapéuticos de las corrientes de baja frecuencia. De este hecho nace la terapia interferencial que consiste en la aplicación de circuitos cruzados simultáneamente al mismo punto o serie de puntos en un medio.³⁰

Este cruce o superposición de dos corrientes de frecuencia media, dará lugar a una nueva corriente modulada de baja frecuencia y de intensidad variable.

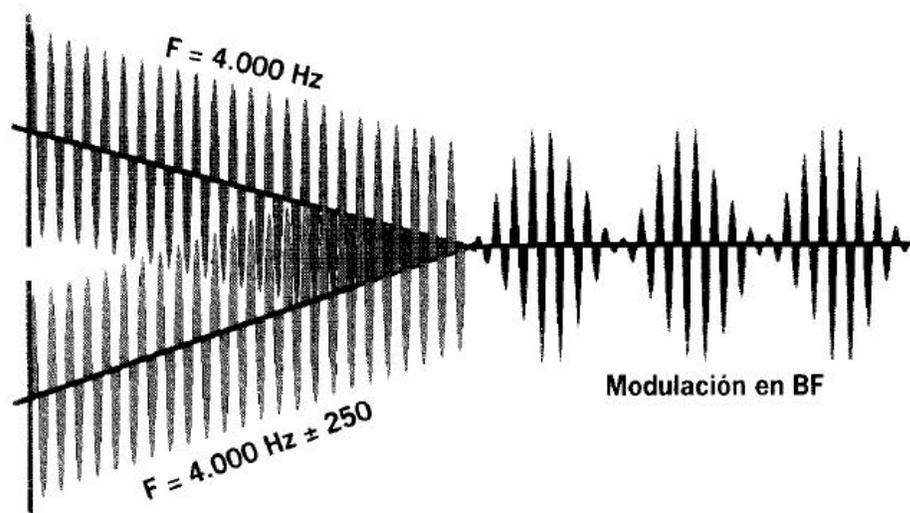


Figura 10. Superposición de corrientes de frecuencia media, que da lugar a una corriente modulada

Por esta razón en la mayoría de las aplicaciones se prefiere la forma interferencial o modulada, por combinar la capacidad de mayor penetración de las corrientes de media frecuencia, con los efectos terapéuticos de las corrientes de baja frecuencia. Dentro de este tipo de corrientes se encuentra la electroestimulación rusa (Kotz).³⁰

Corriente rusa o corriente de Kotz

Antiguamente solo se utilizaban corrientes tipo farádicas para potenciación muscular, las que poseen polaridad eléctrica y pulsos bastante largos (baja frecuencia). Ambas características condicionan a estas corrientes a dar lugar a sensaciones dolorosas cuando el objetivo es producir una contracción muscular aumentando la intensidad de la corriente. De esta forma la corriente rusa o de Kotz es una alternativa a las corrientes farádicas.^{4 12 30}

La corriente de Kotz esta compuestas por pulsos de mediana frecuencia de 2,5 KHz, modulados cuadrangularmente en ráfagas. Esta modulación da lugar a una baja frecuencia de 50 Hz. La corriente modulada en ráfagas actúa en profundidad como una corriente de baja frecuencia pero mejor tolerada que produce fuertes contracciones musculares.^{4 12 30}

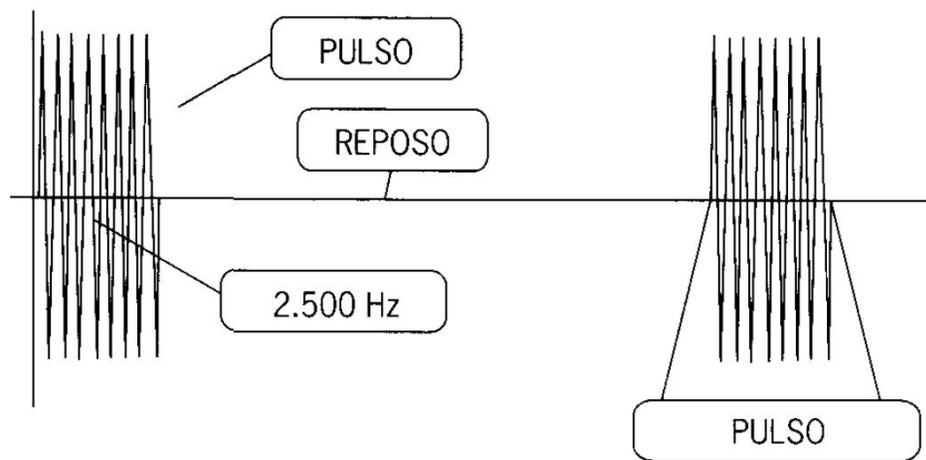


Figura 11. Corriente Rusa con una frecuencia de 2.500 Hz modulada cuadrangularmente

Las corrientes de media frecuencia tienen los beneficios de:

- Anular los componentes galvánicos.
- Producir pocas molestias en el paciente.
- Alcanzar profundidades importantes (disminución de la impedancia de la piel).
- Permitir la utilización de electrodos grandes y de esta forma abarcar masas musculares mayores.¹²

A través de la electroestimulación, cumple con el objetivo de lograr una potenciación y ganancia de fuerza muscular disminuyendo dentro de lo posible las molestias sensitivas en el paciente.

El trabajo muscular que se produce por la corriente de Kotz y que tiene como objetivo la potenciación muscular se consigue mediante trabajo muscular activo voluntario, reforzado por trenes o ráfagas de electroestimulación. Por esta razón los equipos de media frecuencia deben aportar cambios en el diseño de trenes como:

- Modulación dentro del equipo, es decir, aplicaciones bipolares de uno o de ambos circuitos.
- Conseguir modulaciones cuadrangulares, más eficaces que las sinusoidales, permitiendo el silencio eléctrico o reposo entre modulaciones, para respetar el periodo refractario en la membrana de la célula muscular y nerviosa.

- La corriente portadora contenida dentro de la modulación será de 2.500 Hz como media, pudiéndose usar 4.000 o más, pero considerando cuanto mayor sea, más intensidad será necesaria.
- Para adaptarse a los diferentes tipos de fibras musculares, lentas o rápidas, la frecuencia de la modulación debe poder adaptarse entre 40 y 120 Hz.
- Dentro de la misma frecuencia, poder regular la razón que existe entre el pulso de modulación y su reposo. De esta forma adaptarse a fibras rápidas o lentas, nerviosas o musculares y a mayor o menor tolerancia del paciente.¹²

Lo ideal es utilizar corrientes con una intensidad elevada pero cuidado que:

- No se dañen los tejidos: No se aplicaran sobre heridas, se impedirá que los elementos metálicos del circuito toquen al paciente, que los electrodos no tengan puntas, que no presenten bordes cortantes, que no sobresalgan de la gamuza, que no posean dobleces ni arrugas, que no estén degradados por el exceso de uso, que sean moldeables al contorno de la zona.
- No se produzcan quemaduras bajo los electrodos: Considerando el tamaño de los electrodos, la homogeneidad de su humedad, no humedecerlos con soluciones salinas y suficiente almohadilla entre metal y piel.
- Que resulten soportables sensitivamente: Ante cualquier malestar del paciente durante la ejecución, se desconectara la máquina y no se realizará más la electroestimulación.

Elongación con corriente de Kotz

La técnica se basa en conseguir fuertes contracciones musculares a través de trenes de electroestimulación, simultáneamente a un *trabajo activo contra resistencia máxima* del músculo destinado a elongación.¹²

El trabajo con el músculo destinado a elongación debe ser:

- Contra resistencia máxima.
- En contracción isométrica concéntrica.
- En alargamiento máximo.

Método

Se colocan los electrodos de manera que abarquen la totalidad del músculo, para conseguir una respuesta muscular completa.¹²

1. Se selecciona la frecuencia más adecuada para el caso, trenes con frecuencia de 50Hz.
2. Se sitúa la paciente en decúbito supino y al músculo a tratar en la más cómoda posición posible.
3. Se aplica fijación manual, la que pasara a ser la resistencia por parte del terapeuta.
4. Se da la orden de mantener la tensión y contracción contra la resistencia aplicada, con el músculo posicionado en alargamiento máximo.
5. Después del inicio de la contracción, se mantiene la resistencia y se le pide al paciente que no ceda frente al esfuerzo.

6. Después de 10 segundos de esfuerzo en contracción isométrica se da la orden de retirar el estímulo eléctrico e inmediatamente se cede en el esfuerzo activo.
7. Se deja un tiempo de descanso, dos veces superior al trabajado, para iniciar la maniobra nuevamente, con un mínimo de 3 veces.

La aplicación es intencionada para evitar en cualquier circunstancia la aparición de lesiones o imprevistos, con los que debiéramos detener la ráfaga inmediatamente, de esta forma al dejar de pulsar se detiene la estimulación sin la obligación de esperar a que el equipo se detenga.¹²

El paciente podría manifestar dolores en la masa muscular durante 2 o 3 días, seguramente debido a microlesiones repartidas por toda la musculatura afectada o donde más estrés tuvo que soportar.

Se debe cuidar que la intensidad de la corriente, para que no se eleve excesivamente.¹²

CAPITULO III

Revisión de la literatura

El desarrollo de este proyecto de investigación y la respuesta a nuestra pregunta de búsqueda comenzó con la recolección de información, bibliografía y datos respecto a los diferentes temas pertinentes a nuestro caso utilizando las siguientes fuentes de información:

Búsqueda en bases de datos:

Pubmed.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

Scielo.

<http://www.scielo.cl/>

Biblioteca de la Universidad de la Frontera.

Páginas WEB: www.efisioterapia.net; www.kinesiología.cl;

<http://www.sobrentrenamiento.com>

Búsqueda en bases de datos

Las búsquedas se realizaron a través de términos MeSH y términos libres, dentro de los cuales se incluyeron:

Términos MeSH: Muscle Stretching Exercises, Electric Stimulation.

Términos libres: “Proprioceptive Neuromuscular Facilitation”, “hamstring”, “stretching”, “Kotz”, “electrical stimulation”

En primera instancia, los términos fueron buscados de forma individual, y posteriormente se buscaron agrupados utilizando el operador booleano AND para enlazarlos.

En nuestra búsqueda no pudo ser contestada la pregunta que nos planteamos, ya que no se encontraron artículos que relacionaran las dos técnicas utilizadas en nuestra investigación. Pero individualmente fueron encontrados artículos principalmente acerca de facilitación neuromuscular y acortamiento isquiotibial.

Búsqueda en motores e índices de internet:

Se ejecuto una búsqueda en el servicio de información GOOGLE principalmente con los términos: “Facilitación Neuromuscular Proprioceptiva” (FNP), “corrientes de Kotz”, “electroestimulación con corriente rusa”, “russian electrical stimulation”, “acortamiento isquiotibial”, “hamnstring shortening”. A medida que se realizaba la búsqueda se iban cambiando los términos, agrupándolos de

diferentes formas o se buscaban individualmente. Para la FNP no fue difícil encontrar información, ya que existe variada literatura y páginas web que describen muy bien las características y utilización de esta técnica, variados artículos sobre este tema fueron encontrados en la página www.sobrentrenamiento.com. Lo contrario sucedió con las corrientes de Kotz, para la cual fue necesaria una búsqueda más exhaustiva, ya que el tema no ha sido desarrollado y los resultados obtenidos no están lejos de la controversia, además los artículos que se relacionan son escasos. En la página <http://kinesiologia.cl> fue encontrado el artículo “Corriente Rusa: los primeros experimentos” que describe los experimentos realizados por su creador Kotz, dando detalles sobre sus estudios originales y los resultados obtenidos por él y sus compañeros.

Análisis Crítico de Literatura

“Estudio Comparativo entre Estiramientos Musculares de Isquiotibiales Mediante Tensión Activa vs Electroestimulación con TENS-EMS”³³

Rojas Ximena Lcda. Ft. Urgiles G Sandra Lcda. Ft.

Objetivo del estudio

Determinar la eficacia del estiramiento de Isquiotibiales mediante electroestimulación con TENS-EMS vs tensión activa, en términos de tiempo y mejora de movilidad articular de rodilla en extensión.

Participantes del estudio

La investigación se realizó en 30 pacientes sedentarios quienes acudieron al Centro de Rehabilitación “ASOFISIO” de la ciudad de Quito. Ecuador, con edades comprendidas entre 20 y 45 años, 50% fueron hombres y 50% mujeres y que presentaron según el test del ángulo poplíteo una retracción moderada a marcada de musculatura isquiotibial.

Intervenciones realizadas

Los sujetos seleccionados, fueron asignados en sus rodillas (derecha/izquierda) aleatoriamente al tratamiento experimental (TENS-EMS) o al tratamiento control (tensión activa). Ambas rodillas fueron sometidas a una evaluación inicial de la amplitud articular de extensión, empleando el test del ángulo poplíteo. Posteriormente y durante quince días se aplicaron las técnicas mencionadas y se realizaron evaluaciones de la amplitud articular en los días cinco, diez y quince de intervención.

Resultados del estudio

El estudio arroja que ambas técnicas de estiramiento aumentaron la amplitud articular de manera progresiva a lo largo de los 15 días de tratamiento. Sin embargo, se evidencian diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental (TENS-EMS) y el grupo control (tensión Activa) hacia el día 15 del tratamiento.

En análisis posteriores por grupos de edades (mayor o menor a 30 años) y sexo, muestran una diferencia estadísticamente significativa en las mujeres en quienes se realizó estiramientos de Isquiotibiales mediante TENS-EMS versus estiramientos mediante tensión activa, por otro lado en hombres a los que se realizó las mismas técnicas no fueron encontradas diferencia estadísticamente significativa.

Finalmente no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de edades mayores o menor a 30 años entre el grupo experimental y el grupo control.

Conclusión

Los resultados obtenidos de la investigación muestran que existen mayores ventajas en la utilización de TENS-EMS en comparación con la tensión activa, como métodos para disminuir la retracción muscular isquiotibial y aumentar la amplitud articular en términos de la extensión de rodilla. Se realiza de manera más cómoda y de fácil aplicación al paciente. Se considera que la técnica evitaría una contractura refleja debida a un Stretching o estiramiento incorrectamente dosificado. Estas características mejorarían la tolerancia del paciente, frente a lo que este tendría mejor disposición y en consecuencia obtendríamos resultados óptimos.

Análisis crítico

Dentro de nuestra búsqueda, este fue el primer estudio comparativo que encontramos, entre una técnica de electroestimulación y una técnica de elongación convencional para elongación de isquiotibiales. Nos permitió conocer la existencia de evidencia estadísticamente significativa para afirmar que la electroestimulación como método de elongación muscular es efectiva, a causa de esto es que surgieron nuestras inquietudes respecto a este tema. Nos dimos cuenta que existe poca evidencia, ya que además de este, solo pudimos encontrar un artículo mas, y solo

referencias a otras investigaciones de la elongación con electroestimulación. Por esta razón escogimos este artículo como base de nuestro estudio, ya que de él surgieron las interrogantes que con nuestra investigación pretendemos aclarar.

Respecto al artículo, si bien se destaca en el estudio que la muestra de 30 pacientes fue obtenida a través de un muestro secuencial, también se menciona que todos los sujetos son sedentarios, por lo que quedan dudas acerca de los parámetros de esta variable, al no definirse bien a que se refieren con esa denominación. Además debe considerarse que existe una gran población deportista que también presenta acortamiento de la musculatura isquiotibial y que no puede considerarse sedentaria, por lo que el $n=30$ sujetos podría no se extrapolable a toda la población que presenta esta alteración.

En las intervenciones no se menciona cuantos pacientes estuvieron dentro del grupo al que se aplico TENS-EMS y cuantos estuvieron en el grupo al que se aplico tensión activa, tampoco se menciona cuantas mujeres y cuantos hombres fueron designados en cada grupo, por lo que los resultados obtenidos para la muestra general podrían verse sesgados por un mayor número de mujeres en un grupo o en otro, ya que la edad (mayores o menores de 30 años) demostró no ser un factor estadísticamente significativo en los resultados obtenidos, a diferencia del sexo que si lo fue. Ni las mediciones del ángulo poplíteo ni las intervenciones para disminuir el acortamiento isquiotibial son especificadas por lo que las técnicas empleadas en este estudio podrían ser poco reproducibles para investigaciones posteriores.

“Cifosis torácica y músculos isquiotibiales: correlación estética-funcional”³⁴

Osmar Avanzi, Lin Yu Chih, Robert Meves, Maria Fernanda Silber Caffaro, José Henrique Pellegrini

Objetivo del estudio

Determinar cuál es la relación entre la cifosis torácica aumentada en pacientes que presentan dorso curvo y enfermedad de Scheuermann y la contractura de los músculos isquiotibiales.

Participantes del estudio

Se analizaron 38 pacientes entre 10 y 20 años (edad media 15,4 años), de los cuales 12 (31,6%) eran mujeres y 26 (68,4%) eran hombres. Se encontraron 20 (52,6%) pacientes con la enfermedad de Scheuermann y 18 (47,4%), con cifosis. Los pacientes fueron diagnosticados según los criterios de Sorenson, es decir, incluir aquellos que tuvieran más de 3 vertebras con acuñaamiento de 5 o más grados.

Intervenciones

Para medir la contractura de los músculos isquiotibiales se examinaron las medidas del ángulo poplíteo en ambas extremidades. Los pacientes fueron examinados por el método de Reimers, de la siguiente manera: En decúbito supino con la cadera flexionada a 90 grados, manteniendo la extremidad contralateral

cuidadosamente en extensión. Desde la posición de 90 grados de flexión de la rodilla, la pierna era extendida pasiva y lentamente hasta que se produjera resistencia; el pie en la maniobra debía estar en posición neutra. Para esta evaluación fue utilizado un goniómetro de plástico estándar de 360 grados centrado a nivel de la línea articulación de la rodilla. El brazo superior del goniómetro fue colocado al largo del eje longitudinal de la tibia y el brazo inferior paralelo al eje longitudinal del fémur.

Fueron realizadas radiografías de todos los pacientes en perfil ortoestático, de la lordosis lumbar que fue medida a través del método de Cobb de L1 a S1, considerando valores normales de 50 a 60 grados. Los grados de cifosis fueron evaluados también mediante el método de Cobb de T3 a T12 considerando como normal de 20 a 45 grados.

Los datos fueron analizados en un ordenador Pentium 4, 2.4 GB y el análisis estadístico utilizado fue el Epi-Info versión 6.0.

Resultados

De los 38 pacientes estudiados, 18 (47,4%) presentaron aumento de la lordosis lumbar, 15 (39,5%) presentaron valores normales de lordosis lumbar y 5 (13,2%) hiperlordosis. Analizando solo pacientes con enfermedad de Scheuermann se encontró que el 65% presentaba hiperlordosis, 5% hipolordosis y el 30% lordosis normal. En pacientes con dorso curvo se encontró 27,8% de pacientes hiperlordosis, 22% con hipolordosis y 50% con lordosis normal.

De los 38 pacientes, 32 (84,2%) presentaron contractura de los isquiotibiales ($P < 0,001$) lo que es estadísticamente significativo. Cuando se analizaron las alteraciones por separado, se encontró que para la enfermedad de Scheuermann se observa un 85% para el acortamiento de musculatura isquiotibial en los 20 pacientes con esta patología y un 83,3% de los 18 pacientes con dorso curvo, lo que mostró no ser estadísticamente significativo por el análisis de la prueba de Fisher $p=0,61$. De los seis pacientes que no presentaron contractura isquiotibial, tres tenían Enfermedad Scheuermann y tres dorso curvo.

Conclusión

Por el estudio realizado en estos 38 pacientes, que presentan dorso curvo postural o enfermedad de Scheuermann, se puede afirmar que pacientes con estas alteraciones, con aumento de la cifosis dorsal, presentan en su gran mayoría contractura de la musculatura isquiotibial, pero que esto no necesariamente quiere decir que exista una relación directa entre el aumento de la contractura isquiotibial y el aumento de la cifosis dorsal.

Análisis crítico

Este estudio fue escogido ya que evidencia una asociación entre la condición de la musculatura isquiotibial y ciertas alteraciones como dorso curvo y la enfermedad Sheuerman. Si bien no se demuestra una relación directa de causa-efecto entre las variables, si nos permitió entender cuan necesaria es una correcta flexibilidad de este grupo muscular en el manteniendo de una buena postura. Por esta razón, entre

otras, es que fue escogido ese grupo muscular en particular para efectos de nuestro estudio.

Dentro de nuestro análisis en primer lugar se destaca dentro del estudio que este fue aprobado por un comité de ética e investigación (Facultad de Ciencias Médicas de la Santa Casa de Sao Paulo), lo que le da aun más valor.

Cabe señalar que no se entrega información acerca de cómo fue obtenido el tamaño de muestra necesario para determinar que los resultados serian estadísticamente significativos. Por otra parte la edad media de la muestra fue de 15,4 años lo podría provocar que no fuera extrapolable a una población más general.

A pesar de que estadísticamente queda demostrado que la presencia de dorso curvo postural o enfermedad de Scheuermann se ve acompañada de un acortamiento isquiotibial, no se especifica si esta variable guarda relación con el sexo de los pacientes, a pesar de que en la discusión del artículo se citan otros autores en cuyas investigaciones el sexo y otras variables como el miembro evaluado, el peso o la raza no fueron significativas en los resultados.

“Influence of the stretching frequency using proprioceptive neuromuscular facilitation in the flexibility of the hamstring muscles”³⁵

Zenewton André da Silva Gama, Carlos Alexandre de Souza Medeiros, Alexandre Vinícius Ribeiro Dantas² and Túlio Oliveira de Souza.

Objetivo del estudio

El propósito de este estudio fue analizar en el corto y mediano plazos, la frecuencia óptima para aumentar flexibilidad de los músculos isquiotibiales, medida por la extensión de la rodilla en la amplitud del movimiento (ROM).

Participantes

41 mujeres, el promedio de edad media 21,7 (SD = 1,9) años. La muestra se limita al sexo mujer debido a la disponibilidad de las mismas, además, la investigación ha demostrado que las variaciones hormonales de la mujer como el nivel de estradiol sérico o el ciclo menstrual no influyen en la flexibilidad muscular.

Las voluntarias eran mujeres jóvenes, sanas, sin ningún tipo de disfunción de locomoción, además de tener una flexibilidad limitada de los isquiotibiales, con la rodilla derecha extendida activamente (KAE), con la cadera en flexión de 90° no pudieron ser capaces de superar los 160°. Las mujeres que presentaron índices de masa corporal superiores a 28, patologías recurrentes de rodilla, problemas de columna vertebral y las disfunciones recientes, como lumbalgia, fueron excluidos

del estudio. Las voluntarias tampoco pueden ser atletas o estar bajo un programa de estiramientos de la musculatura posterior del muslo.

Intervención

Los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro grupos. La primera un grupo fue el control, que no se le realizó ningún estiramiento y de que sus medidas tomadas en la primera, antes de la prueba y el duodécimo día después de la prueba. Los otros grupos recibieron el estiramiento con FNP siendo sólo diferentes en relación con el número de repeticiones de la maniobra por día. Las mediciones se realizaron diariamente, antes y después del estiramiento. Grupo 0A (n = 9) fue el grupo de control; grupo 1A (n = 9) fue sometido a una maniobra de estiramiento con FNP; 3A grupo (n = 9), a tres maniobras y el grupo 6A (n = 9) y seis maniobras. Todas las voluntarias firmaron un formulario de consentimiento informado sobre los posibles riesgos, y tienen derecho a retirarse de la investigación.

Conclusión

Se concluye que las maniobras de estiramiento con Facilitación Neuromuscular propioceptiva son efectivos para aumentar la flexibilidad de los músculos isquiotibiales, sin importar la frecuencia utilizado (una, tres o seis maniobras). El efecto es el mismo al final, la ganancia del ROM no fueron significativas con uno, tres o seis maniobras de estiramiento con FNP en un protocolo de dos semanas de duración.

Por último, la frecuencia de tres maniobras obtiene un alto efecto inmediato cuando se comparan con las frecuencias de una y seis maniobras, aunque el estudio también confirmó que tres y seis estiramiento con FNP llegaron a un aumento significativo de la flexibilidad, sin haber diferencias significativas entre ellas.

Análisis crítico

El artículo entrega una breve descripción de FNP además de otros datos, los investigadores se plantearon la duda de la cantidad de repeticiones de FNP que se pueden realizar en una sesión para que sea optima o sea lo más provechosa en cuanto a ganancia de flexibilidad en el menor tiempo posible.

Los sujetos que utilizaron son poco extrapolables ya que solo experimentaron con mujeres jóvenes, generando sesgo de género, las mujeres de por si son más flexibles que los hombres, por lo mismo en el estudio no se utilizaron hombres, lo que pudo hacer más heterogéneo el estudio y mas extrapolable.

En una parte del artículo en el análisis estadístico, dice que no se analizo el grupo de control ya que no se disponía de datos al día, lo que provocaría in sesgo en el desarrollo del análisis estadístico, ese grupo no sería evaluado ni se verían los resultados que se obtuvieron del mismo.

A pesar de que el estudio posee falencia en algunos aspectos metodológicos, fue elegido para nuestra investigación ya que, el articulo menciona que las sesiones

con 3 repeticiones de FNP son más rápidas para flexibilizar el músculo isquiotibial, en comparación con una sola repetición, pero también menciona que no hay diferencias significativas entre las 3 repeticiones y las 6 repeticiones. Por lo tanto, con esto nosotros podemos justificar nuestro estudio al utilizar solo 3 repeticiones ya que no es necesario realizar más repeticiones ni someter al paciente a más estiramientos, porque no habrán grandes cambios significativos en la elongación entre 3 y 6 repeticiones.

“Comparación de tres tipos de estiramiento de la musculatura isquiotibial en individuos saludables”³⁶

Lorena Borobia Lafuente, Laura Cuadra Giménez.

Objetivo del estudio

El propósito de este estudio es comparar la duración del efecto de mantenimiento de las ganancias logradas a corto y largo plazo y la efectividad de los siguientes estiramientos en la musculatura isquiotibial en individuos saludables: El estático pasivo, el de contracción-relajación y el propuesto por O. Evjenth.

Participantes

La muestra final estaba formada por 45 individuos resultantes (14 hombres y 31 mujeres) con una media de edad de 31'35 años, que cumplían perfectamente los criterios de inclusión y de exclusión exigidos en el estudio. Fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos control y a cada uno de ellos se le aplicó un protocolo diferente de estiramiento de los músculos isquiotibiales (pasivo, contracción-relajación y Evjenth). No hubo sujetos perdidos a lo largo del seguimiento.

Intervención

Para poder saber el grado flexión de la cadera utilizo el test de elevación de la pierna recta, según la valoración de Kendall y se utilizo además un inclinometro.

Una vez recogidos los valores se aplicaba el protocolo de estiramiento que tenía asignado cada sujeto e inmediatamente después se volvía a realizar nuevamente la medición anterior, para medir las ganancias obtenidas en cuanto a lo grados de flexión pasiva de cadera. Con objeto de valorar también el tiempo de mantenimiento de los grados de flexión máxima de cadera obtenidos a corto plazo (aumento de longitud de los isquiotibiales), se volvió a tomar esta medición a los dos, a los cuatro, a los seis, a los ocho y a los diez minutos de haber aplicado el protocolo asignado.

Con cada uno de los sujetos se llevó a cabo la medición de ambas piernas y se seleccionó para el estudio aquella en la que el rango de movimiento era menor.

En total se realizaron cinco sesiones de valoración. En las cuatro primeras se llevaron a cabo las mediciones antes y después del tratamiento, siguiendo las pautas explicadas. En la quinta sesión, únicamente se realizó la primera valoración, ya que no se aplicó ningún tratamiento sobre los sujetos, con el fin de valorar las ganancias obtenidas en los grados de flexión pasiva de cadera a largo plazo.

Se realizaron cuatro sesiones de tratamiento durante un periodo de dos semanas con un intervalo de latencia de 3 días.

Resultados

Los datos arrojaron que hubo una diferencia significativa del rango pasivo de la flexión de la cadera, antes y después de someterse a los distintos métodos de estiramiento, todos sufrieron un aumento en la ganancia de movilidad, pero entre ellos no hubo diferencias estadísticamente significativas.

Conclusiones

Todos los protocolos de estiramiento fueron efectivos en la ganancia de grados de flexión pasiva de cadera a corto y largo plazo.

- A corto plazo, en la ganancia de grados máximos de flexión pasiva de cadera, los protocolos de Evjenth y el de contracción-relajación son más efectivos que el pasivo, no existiendo diferencia entre la aplicación de ambos. Pero que en cuanto a grados reales de flexión pasiva de cadera logrados, no existe diferencia entre la aplicación de ningún protocolo.
- A corto plazo, en el tiempo de mantenimiento del efecto del estiramiento, el protocolo más efectivo es el de Evjenth, seguido del de contracción-relajación y ocupando el último lugar el protocolo pasivo. lo que si es que el tiempo de mantenimiento aumenta con el paso de las sesiones en el protocolo de contracción-relajación.

- A largo plazo, comparando protocolos, el aumento progresivo del efecto de mantenimiento en el tiempo es similar.

Análisis Crítico

El estudio fue elegido por ser claro y preciso en el aspecto metodológico, tanto en el planteamiento, como el desarrollo y la utilización de t de Student para el análisis estadístico fueron bien empleados.

El artículo fue elegido al ser útil para poder ratificar que la técnica de FNP (contracción-relajación) es más efectiva que el estiramiento pasivo, sin olvidar de que es un estudio actual ya que es del año 2009. Por todo lo nombrado anteriormente este estudio es utilizado como base para nuestra investigación.

Por otra parte, hay partes del estudio que no fueron profundizadas o que podrían ser de otra forma, como por ejemplo que la duración del estudio fue en un periodo muy corto para poder ver grandes avances en la ganancia de rango en la flexión de cadera, el poco tiempo que se espero para medir la perdida de flexibilidad, con tan solo 10 min, después de realizar la FNP sobre la musculatura isquiotibial.

Lo otro es que la muestra no fue homogénea ya que se realizo con 45 personas, de estas eran 14 hombres y 31 mujeres, lo que podría provocar un sesgo genérico en el trabajo, encuentro que para haber realizado un estudio de este tipo y los recursos que se debieron haber utilizados pudo complementarse mucho mejor entregando información más amplia.

CAPITULO IV

Proyecto de investigación

Pregunta de investigación

¿Es más efectiva la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (contracción – relajación) asociada a corriente rusa en comparación a la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (contracción – relajación) en la ganancia de rango articular de flexión de cadera a través de la elongación de la musculatura isquiotibial en personas entre 18 a 65 años que presenten acortamiento isquiotibial de la comuna de Temuco – Chile durante el año 2011 – 2012?

Objetivo general

Determinar la efectividad de la facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción-relajación) asociada a corriente rusa en comparación a la facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción-relajación) en la ganancia de rango articular de flexión de cadera a través de la elongación de la musculatura isquiotibial en personas que presenten acortamiento isquiotibial de la comuna de Temuco – Chile entre los años 2011 y 2012.

Objetivos específicos

- Determinar la efectividad de Facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción-relajación) asociada a la corriente rusa como método de elongación muscular.
- Determinar cuál de las dos técnicas generan un aumento del Rango articular de flexión cadera en menor tiempo.
- Determinar los cambios en la fuerza muscular como producto de la aplicación de Facilitación neuromuscular propioceptiva con técnica contracción-relajación.
- Determinar los cambios en la fuerza muscular como producto de la aplicación de Facilitación neuromuscular propioceptiva con técnica contracción-relajación asociada a la corriente rusa.

Justificación

Factible

Existen diversos métodos de tratamiento para mejorar la flexibilidad muscular cuando esta se ve disminuida, dentro de estos métodos la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) es una de las técnicas de mayor efectividad, razón por la cual ha sido escogida para nuestro estudio. Existe evidencia que afirma que la FNP es más efectiva que las técnicas de Stretching en cuanto a resultados y a duración de la elongación en comparación al Stretching³, además de ser una técnica factible de realizar en casi cualquier persona. Además de ser una técnica fácil de realizar por parte del kinesiólogo ya que es una técnica fácil de aprender y de realizar sin requerir mayores implementos.

En cuanto a los materiales y personal que se requerirán, el mayor costo podría verse evidenciado por la adquisición de un electroestimulador que genere las características de las corrientes rusa, pero en este caso, será facilitado por la Universidad de La Frontera, además de las dependencias de los laboratorios de kinesiólogía para realizar el estudio. Así que los costos más importantes eran pagarle los sueldos al personal por el largo periodo que se requerirá de los kinesiólogos tanto tratantes como evaluadores y los ayudantes, el resto de materiales son de fácil acceso y no requieren mayores gastos.

Interesante

Dada la tendencia de la musculatura isquiotibial a sufrir acortamiento, en el estudio se trabajara con ella por ser especialmente importante en la mantención de una correcta postura, equilibrio pélvico y en la marcha. Una mala elasticidad isquiotibial podría llegar a ocasionar alteraciones importantes a nivel raquídeo y pélvico como hipercifosis dorsal, hiperlordosis lumbar y retroversión pélvica.³

La correcta flexibilidad está determinada por distintos factores como la estructura ósea, el tejido adiposo, la piel, los músculos, tendones, el tejido conectivo y la edad ²¹. Estos factores y ciertos hábitos como las constantes posturas en sedente, condicionan a la musculatura isquiotibial a sufrir cambios en su elasticidad ³⁷. Es importante mantener la flexibilidad en un óptimo estado, para así poder cumplir con todas las exigencias de la vida diaria.

Con respecto a la electroestimulación, dentro de sus diversas aplicaciones ha sido probada como un método efectivo para lograr una potenciación muscular importante. La corriente rusa se hizo popular por los resultados obtenidos por Kotz en sus experimentos realizados sobre atletas de elite, afirmando una ganancia de fuerza de hasta el 40%.⁵ Sin embargo, también existen estudios que demuestran un aumento de la elasticidad muscular gracias a la utilización de electroestimulación, cuyos resultados son estadísticamente significativos, generando mayores ventajas a otras técnicas de elongación como la FNP ^{5 6}. Por lo que en nuestro caso sería interesante evidenciar si la facilitación neuromuscular propioceptiva asociada a corriente rusa genera mayores ganancias en el rango articular de cadera.

Novedoso

El estudio revisado en el cual se comparaba la técnica de tensión muscular vs la electroestimulación con TENS-EMS como método para mejorar la flexibilidad isquiotibial realizado en Ecuador el año 2009, objetivo que es posible realizar técnicas de estiramiento asociada a electroestimulación ya que, dentro de los resultados, si bien ambas técnicas aumentar de manera progresiva la amplitud articular, se evidencian diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental (TENS-EMS) y el grupo control (Tensión Activa), siendo la técnica con electroestimulación la que genera mayores ventajas en la disminución de la retracción músculo tendinosa de isquiotibiales.

Con esta base a nosotros nos pareció novedoso realizar la FNP asociada con la corriente de Kotz para obtener una ganancia de rango articular de flexión de cadera.

Ético

En este estudio tanto las técnicas de elongación con FNP, como el tipo de corriente utilizada, y los métodos de evaluación muscular, no serán invasivas para el paciente. En cuanto a las evaluaciones, son sencillas de realizar y de fácil aprendizaje para el personal que realice las mediciones. Además todo nuestro personal serán profesionales capacitados para la realización del estudio, además de recibir una capacitación antes de iniciar el estudio.

En el estudio, en todo momento se contara con el consentimiento de los individuos sometidos a las intervenciones y se investigara (experimentara) de acuerdo a los tres principios éticos básicos: respetando a cada persona y a su autonomía, la búsqueda del bien logrando los máximos beneficios posibles y reduciendo al mínimo los daños y finalmente frente al principio de justicia, tratando a cada persona de acuerdo a lo que es moralmente correcto y apropiado. Nuestro objetivo será siempre buscar una mejor atención a los pacientes, utilizando la evidencia para mejorar la efectividad en las técnicas utilizadas hasta el momento en la elongación muscular, considerando su importancia clínica.

Relevante

A pesar de que existen estudios que demuestren que ambas técnicas han sido utilizadas para mejorar la elasticidad muscular, aun existe escasa evidencia que las comparen. Específicamente la utilización de corriente rusa carece de evidencia al respecto y muchos de los trabajos que existen acerca de su capacidad como potenciador muscular, no son del todo concluyentes. De esta forma nuestro estudio podría contribuir con nueva evidencia no solo acerca de las corrientes rusas, sino además sobre nuevas técnicas de flexibilización muscular. Permitirá ampliar el conocimiento acerca de los temas abordados y extrapolarlos a nuestra población, ya que, aunque existe evidencia dentro la población latinoamericana, no se encontraron estudios en la población Chilena que utilicen la electroestimulación como método de flexibilización muscular.

CAPITULO V

Material y Método

Diseño de investigación propuesto

Ensayo clínico aleatorizado

El diseño de investigación más adecuado para responder a nuestra pregunta de investigación es el ensayo clínico aleatorizado simple ciego. Estos diseños experimentales son estudios de cohorte en los que el investigador manipula la variable predictora o intervención y observa el efecto sobre un desenlace.

En nuestro caso se observara el efecto que tiene una variable, representada por el tratamiento aplicado, en los resultados obtenidos en términos de aumento de rango articular. Posteriormente estos resultados serán comparados con un grupo control.

Se entiende entonces que el mejor diseño para nuestra pregunta de investigación es el ECA, considerando que la principal ventaja de un diseño experimental frente a uno observacional es la fuerza de inferencia de causalidad que estos ofrecen y la capacidad de controlar la influencia de las variables confundentes. Además son ideales para poner a prueba la eficacia de programas de tratamiento, que en esta investigación están representados por las intervenciones a través de la FNP y la Corriente rusa.

En nuestro caso el evaluador fue enmascaramiento, ya que no conocerá a qué grupo (control o experimental) pertenecen los pacientes evaluados, lo que permite a los resultados obtenidos por nuestras intervenciones, no verse afectados y por lo tanto tener mayor significancia estadística.

La aleatorización de los individuos a un grupo de estudio u otro permite que los resultados obtenidos a través de las mediciones de ambos grupos posean mayor significación estadística y permite que variables como la edad, el sexo, y otras características basales, que podrían confundir una asociación observada, sean distribuidos de manera homogénea entre los grupos.³⁸

Dentro de las ventajas de esta clase de estudios se encuentran:

- Los experimentos pueden producir la prueba más firme de la causa y el efecto.
- Los experimentos pueden ser el único diseño posible para algunas preguntas de investigación.
- Los experimentos a veces pueden dar una respuesta más rápida y más barata a la pregunta a investigar que los estudios observacionales.

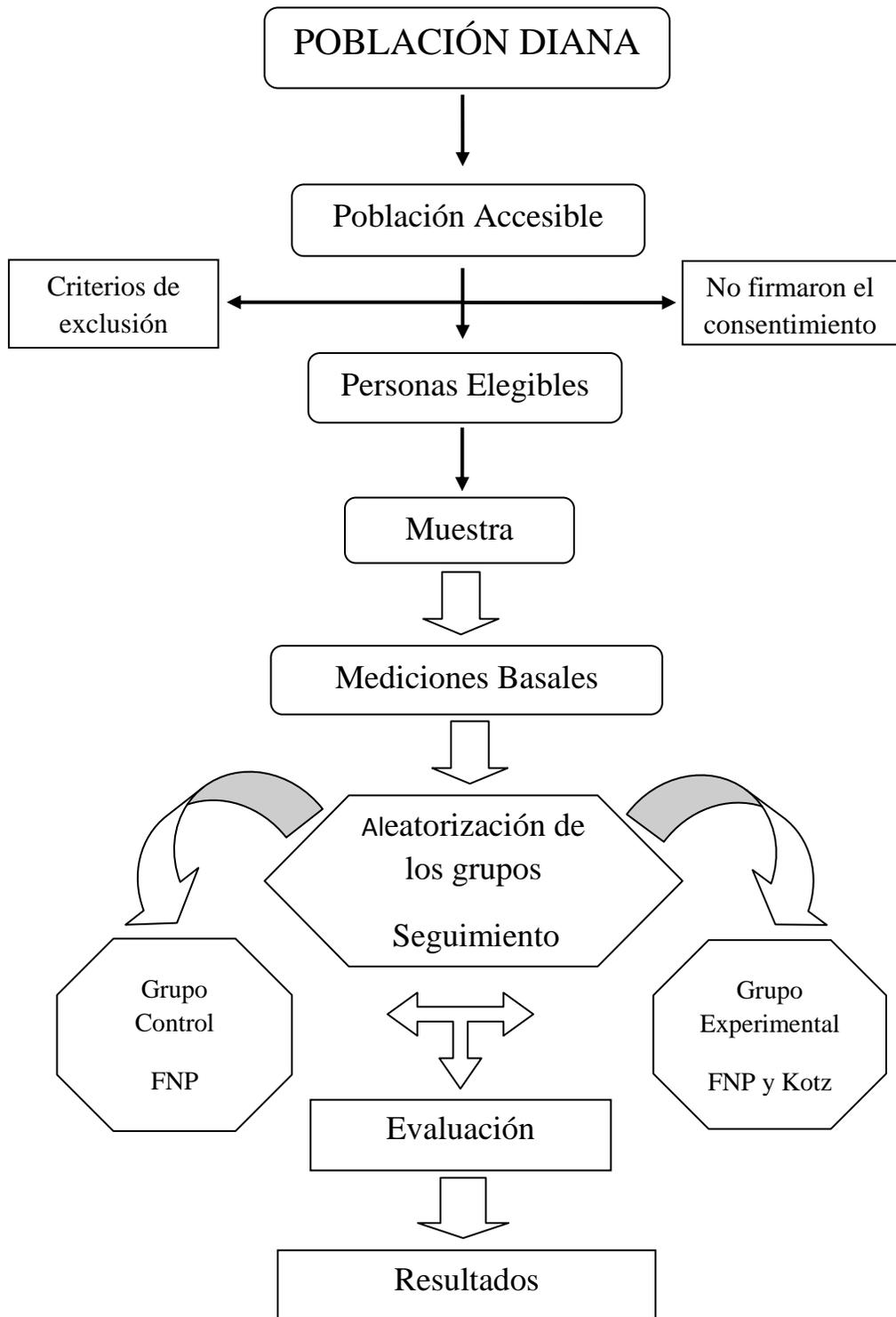
Enmascaramiento

El principio del enmascaramiento se basa en que una fuente importante de distorsión en la aplicación de protocolos experimentales, en la obtención de los datos y su posterior análisis se debe a que existe subjetividad por parte de todos los participantes de la investigación, incluyendo pacientes, investigadores y participantes de evaluaciones e intervenciones. Un enmascaramiento busca evitar o reducir los sesgos de quienes reciben las intervenciones, de quienes las administran y quienes procesan la información.

Para efectos de nuestro estudio se decidió enmascarar al evaluador, ya que el no tendrá conocimiento de que intervención fue efectuada a los pacientes, de esta forma todos los pacientes serán evaluados bajo los mismos criterios, independiente de si son parte del grupo control o del grupo experimental. Las evaluaciones durante el estudio se realizarán posteriores a la intervención aplicada al paciente. El evaluador realizara las mediciones y registrará los datos obtenidos, sin realizar consultas acerca de las intervenciones. Las evaluaciones se harán en un ambiente en el que solo se encuentre el paciente y evaluador, evitando que este último tenga conocimiento de la intervención realizada anteriormente al paciente.

En nuestro caso no es posible enmascarar al terapeuta, ya que las dos técnicas tienen claras diferencias de aplicación al ser una de estas acompañada de electroestimulación. Misma razón por la que no es posible enmascarar al paciente, ya que si llegara a pertenecer al grupo experimental la electroestimulación le causaría claras sensaciones.

Flujograma



Población en estudio

Población Diana: Personas de la población Chilena, específicamente de la comuna de Temuco, que presenten un acortamiento de la musculatura isquiotibial.

Población Accesible: Personas que presenten acortamiento isquiotibial de la comuna de Temuco y que se atiendan en alguno de los centros de salud de la comuna.

Población en Estudio: Personas que presenten acortamiento isquiotibial con edades entre los 18 y 65 años de ambos géneros que cumplan con los criterios de inclusión del estudio y que se atiendan en alguno de los consultorios o servicios de salud de la comuna de Temuco.

Criterios de Inclusión

- Pacientes que cumplan con la edad de 18 a 65 años.
- Pacientes que presenten acortamiento isquiotibial según evaluación goniométrica de flexión de cadera. ($<70^\circ$)
- Pacientes que firmen el consentimiento informado

Criterios de Exclusión

- Pacientes embarazadas
- Pacientes con alteraciones sensitivas como hiperalgesia o alodinia.
- Pacientes con traumatismo músculo esquelético agudo.
- Pacientes que padezcan trastornos de la conciencia o trastornos neurológicos.
- Pacientes que padezcan de alteraciones neurológicas y músculo esqueléticas de extremidades inferiores, que afecten a la elongación normal de la musculatura isquiotibial.

Tamaño de Muestra

Para el cálculo de la muestra decidimos realizar un estudio piloto considerando que en nuestra búsqueda de literatura no fueron encontrados artículos con el nivel de metodología adecuado de los cuales obtener los datos necesarios para el cálculo del tamaño muestral. El estudio piloto nos permitirá determinar la desviación estándar y el grado mínimamente significativo de aumento de rango articular de cadera para las intervenciones. Posteriormente se utilizará el programa EPIDAT 3.1 para realizar el cálculo del tamaño muestral. Seguidamente se hará el reclutamiento de los pacientes que falten para completar el tamaño de muestra ideal a nuestro estudio.

En nuestro caso se utilizará una población de 20 sujetos por grupo (N=40) para realizar el estudio piloto, los cuales serán seleccionados utilizando los criterios de inclusión y exclusión de nuestro estudio.

Se usarán los siguientes datos:

Nivel de confianza: 95%

Potencia: 80%

Error Alfa: 5% (0,05)

Error Beta: 20%

Aleatorización de la Muestra

En nuestro estudio será utilizado una aleatorización en bloques, dado que este método permite limitar la posibilidad de desbalances en la asignación de los tratamientos, además permite en la medida de lo posible balancear algunos de los sesgos inherentes del proceso de aleatorización simple, distribuyendo uniformemente las variables confundentes.

Para el estudio piloto (N=40) se utilizarán bloques con 4 celdas cada uno. El número de bloques está determinado por el número de sujetos incluidos en el estudio y el número de celdas que se haya decidido incluir en cada bloque. Cada bloque contendrá en cada celda una de las intervenciones y además cada bloque deberá contener un numero balanceado de los posibles tratamientos.

El siguiente paso es formar los bloques con todas las combinaciones posibles de tratamientos:

A=Tratamiento Grupo Control

B=Tratamiento Grupo Experimental

A	A	B	B
---	---	---	---

A	B	B	A
---	---	---	---

A	B	A	B
---	---	---	---

B	A	A	B
---	---	---	---

B	B	A	A
---	---	---	---

Finalmente se le da un número a cada bloque y se procede a asignar el tratamiento de cada sujeto utilizando las combinaciones dentro de los bloques. De esta forma cada grupo quedará con la misma cantidad de sujetos.

Proceso de reclutamiento

El reclutamiento de la muestra se realizará a través de la Red Asistencial de Araucanía Sur, a cuyo director se le enviara una carta de petición de derivación de pacientes desde todos los centros de salud públicos que se encuentran en la comuna de Temuco. Una vez que sea aceptada esta petición, el investigador se dirigirá a cada centro de salud para hablar con los Kinesiólogos y darles a conocer el estudio, su objetivo y los parámetros de acortamiento muscular que se deben considerar al derivar los pacientes al estudio. De esta forma el Kinesiólogo se transformará en un ente únicamente derivador. Se le pedirá a los Kinesiólogos que al realizar evaluaciones posturales en los pacientes, evalúen el rango articular (ROM) de cadera de estos. Si el Kinesiólogo determina que el ROM se encuentra disminuido le preguntará al paciente si desea ser parte de un estudio. Si el paciente acepta, se le dará la dirección de los laboratorios de kinesiología de la Universidad de La Frontera. En los laboratorios se le entregara toda la información pertinente al estudio. Si el paciente acepta los términos y las condiciones del estudio y además cumple con todos los criterios de inclusión, se le pedirá que lea y luego firme la declaración de consentimiento informado (Ver anexo N° 1). Finalizado este proceso, el paciente quedará ingresado al estudio y se le hará entrega de un carné personal en el que se anotara sesión a sesión los días y horas de sus intervenciones (Ver anexo N° 3), posteriormente será citado a un día y horario determinado para comenzar con la primera intervención.

Es importante aclarar que antes de finalizar el proceso de reclutamiento, se realizará una sesión de prueba de electroestimulación con el fin de que todo paciente que sea intervenido con Corriente Rusa tenga la capacidad de soportar la terapia de intervención y no existan problemas de abandono de la terapia. Por esta razón, luego de haber firmado la declaración de consentimiento informado, los pacientes que resulten ser ingresados al grupo experimental (Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (contracción – relajación) asociada a Corriente Rusa) deberán someterse a electroestimulación con Corriente Rusa aplicada con los mismos parámetros que se utilizaran en el estudio, es decir, con una frecuencia de 2.500 HZ modulada en 50HZ y con una intensidad que permita una contracción visible de la musculatura isquiotibial. Esta sesión, será realizada por un Kinesiólogo tratante y un ayudante. Al término de la sesión, si el paciente ha soportado la terapia, podrá quedar definitivamente ingresado al estudio.

Variables y Mediciones

Variable independiente o predictora

Son las causas ciertas o probables de que ocurra un fenómeno. En este estudio la variable que manipularemos es el tratamiento aplicado al paciente, representado por la Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) a través de la técnica de contracción - relajación y la electro estimulación a través de corriente Rusa. Se aplicaran dos tratamientos diferentes, uno que incluye a la FNP por si sola y otro que combina la FNP y la corriente Rusa.

Variable dependiente o resultado

Rango de movimiento articular (ROM): Es el máximo movimiento posible de un segmento corporal que se produce cuando los músculos o fuerzas externas mueven los huesos unidos a través de sus articulaciones. La estructura de las articulaciones, así como la integridad y flexibilidad de los tejidos blandos afecta el grado de movimientos que se produce entre los huesos.

Medición: Para realizar la medición de esta variable se efectuará goniometría de flexión de cadera y los datos se registraran en grados.

Para realizar esta maniobra el evaluado debe llevar puesta ropa que permita un libre movimiento de la articulación de la cadera y rodilla. Luego en decúbito supino con la cadera en posición neutra sobre la camilla de exploración. Con el goniómetro posicionado lateralmente a la articulación de la cadera y con su eje de

giro sobre el eje de flexión de la articulación, se eleva la extremidad a evaluar lenta y progresivamente manteniendo en todo momento la extensión de rodilla, hasta que se aprecia tensión de la musculatura isquiotibial o bascula de la pelvis. Seguidamente, con el goniómetro se registran los grados alcanzados de flexión coxofemoral.

Puntos de la goniometría:

- Eje: Trocánter mayor del fémur (proyección superficial del eje de flexo – extensión de la articulación coxofemoral)
- Brazo fijo: Línea media del tronco (por lateral)
- Brazo móvil: Cóndilo lateral del fémur (por lateral)

Al momento de realizar la maniobra se debe cuidar que:

- Al momento de elevar la extremidad evaluada, no se modifique la extensión de rodilla
- No se produzca flexión de la extremidad contralateral
- No realice basculación de la pelvis, ni que realice compensaciones a la hora de la medición.
- Si presenta sintomatología de compresión del nervio ciático al realizar la medición de ROM con pierna extendida.

Fuerza Muscular: Capacidad que tiene un músculo de realizar una tensión máxima en un momento dado, sobre una resistencia.

Medición: Esta se llevara a cabo a través de la Evaluación del torque isométrico máximo (TIM).

Se posicionará al sujeto en decúbito prono sobre la mesa de cuádriceps con el respaldo reclinado en 180°, con un cojín bajo la zona abdominal, se ajusta una correa a nivel de cadera y se realiza fijación por parte de uno de los evaluadores, con el fin de estabilizar la zona lumbo – pélvica. El brazo de palanca se ubicó a 26° por sobre la horizontal (ángulo que se encuentra entre los 20° y 30° de flexión de rodilla, donde se presenta la mejor eficiencia biomecánica de los isquiotibiales). El apoyo del brazo de palanca fue ubicado en la cara posterior de la pierna a 7 centímetros del maléolo lateral medido con una cinta métrica. La longitud del brazo de palanca resultante se registró por medio de una segunda cinta métrica, adosada al brazo de palanca. La ubicación del apoyo se tratara de mantener inalterable para cada sujeto durante cada sesión, con la finalidad de reproducir la misma longitud del brazo de palanca. (Ver Figura 12).

A continuación se instruirá al sujeto para flectar la rodilla realizando una contracción máxima isométrica contra el brazo de palanca durante 3 segundos, indicándole el inicio y el término de la contracción. Esto se repitió 3 veces con intervalos de 1 minuto entre cada uno de los intentos.

El torque isométrico máximo quedará registrado en el dinamómetro acoplado al extremo del brazo de resistencia de la mesa de cuádriceps, registrándose el valor en la ficha.

El cálculo del torque será obtenido a través de la siguiente fórmula:

$$Bp * Fp = Br * Fr$$

Bp = Brazo potencia, Fp = Fuerza potencia Br = brazo resistencia, Fr = fuerza resistencia



Figura 12. Evaluación del torque isométrico máximo de isquiotibiales

Variables Basales o de control

Se consideran variables basales aquellas que no siendo las más importantes del estudio, si están presentes en los sujetos y podrían influir en los resultados. Por esta razón se consideran dentro de esta clasificación: la edad, el sexo, AVD (hogar, trabajo, recreacionales), hábitos posturales, tratamientos farmacológicos, patologías previas, etc. Estas variables serán señaladas e identificadas dentro de las fichas de evaluación.

Medición de Variables Basales o de Control

Edad

Esta variable se medirá en años, se evaluará en la ficha de evaluación del paciente, aplicada al principio del estudio cuando la persona ingrese a este (Ver anexo N°4).

Sexo

Se anotará el sexo de la persona en la ficha de evaluación del paciente aplicada al principio del estudio (Ver anexo N°4).

Peso

Se medirá en kilos y se realizará con una báscula romana (Ver anexo N°4).

Talla

Será medida en centímetros con el tallímetro de la báscula (Ver anexo N°4).

IMC

El índice de masa corporal será medido como la relación del peso y la talla de cada paciente, considerando que este valor no es constante y varía con la edad y el sexo. (Ver anexo N°4)

Nivel de actividad física

Esta variable será medida con el cuestionario internacional de actividad física (octubre de 2002), versión corta formato auto administrado. (Ver anexo N°2)

Tratamiento farmacológico

Este será descrito en la ficha de evaluación del paciente al ingresar al estudio y durante este. (Ver anexo N°4)

Variable	Medición	Tipo de Variable	Unidad de Medición
Rango articular	Goniometría	Cuantitativa Continua	Grados
Edad	Pregunta en ficha	Cuantitativa Continua	Años
Sexo	Pregunta en ficha	Cualitativa Dicotómica	M= Masculino F= Femenino
Peso	Balanza	Cuantitativa Continua	Kilogramos
Talla	Guincha métrica	Cuantitativa Continua	Metros
IMC	Escala de IMC	Cuantitativa Continua	Kg/Metros ²
Nivel de actividad física	Cuestionario internacional de actividad física	Cualitativa Ordinal	1.-Inactivo 2.-Minimamente activo 3.-activo
Tratamiento farmacológico	Pregunta en ficha	Cualitativa Dicotómica	1.-Usa 2.-No usa

Tabla 3: Resumen de variables basales

Intervención

Características generales en común para ambos grupos intervenidos

Los pacientes serán tratados durante 2 meses con una frecuencia de 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes), con un día de descanso entre cada sesión. La primera evaluación se realizará en la sesión de ingreso al estudio para obtener las mediciones basales, además se realizarán mediciones periódicas al finalizar cada semana los días viernes y por último las mediciones finales de los pacientes se realizarán 3 días después de la última sesión de tratamiento. Todas las evaluaciones se realizarán de la misma manera y a través del mismo evaluador.

En la sesión de ingreso el investigador principal registrará en la ficha del paciente (Ver anexo N° 4) los datos personales de este (incluyendo cuestionario de actividad física), a continuación un ayudante se encargará de medir la talla y peso del paciente y aplicará el cuestionario de actividad física. Posteriormente el Kinesiólogo evaluador realizará la medición basal de rango articular de cadera a través de goniometría y la medición de fuerza a través de TIM. Las evaluaciones semanales posteriores efectuadas a cada paciente se registrarán en una ficha de evaluación (Ver anexo N° 5), estos datos además serán registrados por el investigador en la ficha del paciente.

El tratamiento que se efectuara a los grupos consistirá en 3 minutos de movilidad pasiva y elongación de musculatura isquiotibial a través de 3 repeticiones de facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción – relajación). La diferencia

para el grupo experimental se evidenciará en la asociación de Corriente Rusa a la FNP en el momento de la contracción muscular.

Se realizará la movilidad pasiva de la extremidad a tratar al inicio de cada sesión, para esto el sujeto se posicionará en decúbito supino sobre la camilla, con la extremidad inferior contralateral extendida y pelvis estabilizada en retroversión. El ejecutante de la técnica se posicionará al costado de la extremidad derecha, movilizándolo pasivamente las articulaciones de cadera y rodilla de la pierna derecha, a una velocidad mantenida durante tres minutos. Esta técnica se utiliza con la intención de inducir un efecto de placebo en el paciente.

Características de la intervención del grupo de control (Grupo A)

Las intervenciones para el grupo de facilitación neuromuscular propioceptiva a través de la técnica de contracción – relajación se realizarán de la siguiente forma:

Antes de iniciar la intervención se le explicará al paciente en qué consiste la técnica para un completo entendimiento de las instrucciones y el procedimiento.

Para la intervención, el paciente debe llevar puesta ropa adecuada para un libre movimiento de la articulación de la cadera y rodilla, por lo que se le pedirá que se descubra las extremidades inferiores quedando en ropa interior.

Con el paciente en decúbito supino sobre la camilla el Kinesiólogo tratante de la técnica se ubica al costado de la extremidad a elongar (extremidad inferior

derecha). La pierna contralateral deberá estar fija con la ayuda de una huincha o cinturón fijador contra la camilla para evitar compensaciones.

Se eleva el segmento pasivamente desde el tobillo con la rodilla en extensión completa, y se posiciona sobre el hombro del Kinesiólogo tratante. La flexión de cadera se realiza hasta el punto en que el paciente relate su primera sensación de tensión muscular en los isquiotibiales en ausencia de dolor.

A continuación se instruye al sujeto con voz de mando fuerte y motivante, para realizar una contracción máxima contra el hombro del Kinesiólogo tratante durante 10 segundos. Luego de esta contracción le seguirán 15 segundos de relajación, momento en el cual se efectuara la elongación, para luego continuar con la flexión de cadera hasta el nuevo punto de sensación de tensión muscular del paciente. Esta secuencia se realiza 3 veces consecutivas.

Duración media de la sesión: 30 min

Características de la intervención grupo experimental (Grupo B)

Las intervenciones para el grupo de facilitación neuromuscular propioceptiva a través de técnica de contracción – relajación asociada a corriente de rusa se realizará de la siguiente forma:

En el inicio de la primera sesión el Kinesiólogo debe explicar al paciente los procedimientos y detalles específicos de la electroestimulación y los procedimientos que se llevaran a cabo para un completo entendimiento y correcto seguimiento de las instrucciones durante la sesión. Se le explicara al paciente que la corriente aplicada producirá una contracción de la musculatura.

Para la intervención, el paciente debe llevar puesta ropa adecuada para un libre movimiento de la articulación de la cadera y rodilla, por lo que se le pedirá que se descubra las extremidades inferiores quedando en ropa interior.

Posteriormente el Kinesiólogo tratante ubicara los dos electrodos de manera que abarquen la totalidad de la musculatura isquiotibial de la pierna derecha, para conseguir una respuesta muscular completa.

Un ayudante seleccionara en la máquina (ENRAF - COMBY 500) los valores estándares de la corriente rusa con una frecuencia portadora de 2500 Hz modulada a 50Hz. La corriente se aplicará con una intensidad que permita una contracción visible de la musculatura isquiotibial. La máquina será programada para que realice 10 segundos contracción seguidos de 17 segundos de ausencia de estimulación.

En la posición de decúbito supino, el Kinesiólogo tratante elevara la extremidad inferior derecha manteniendo la rodilla extendida y la pierna contralateral en posición neutra contra la camilla. La pierna cotralateral debe ser fijada contra la camilla con la ayuda de una huincha o cinturón fijador para evitar compensaciones. La flexión de cadera se realiza hasta el punto en que el paciente relate su primera sensación de tensión muscular en los isquiotibiales en ausencia de dolor. A continuación se instruye al sujeto con voz de mando fuerte y motivante, para realizar una contracción máxima contra el hombro del ejecutante durante 10 segundos. Esta contracción máxima y voluntaria ira asociada al mismo tiempo por la contracción producida por la corriente de rusa. Una vez iniciada la contracción de los isquiotibiales, se mantendrá la resistencia y se insistirá al paciente para que no ceda al esfuerzo o se descoordine.

Luego de 10 segundos de contracción isométrica el estímulo eléctrico cesará y además el paciente dejara de contraer voluntariamente, seguido a esto el Kinesiólogo realizará una elongación durante 15 segundos para luego continuar con la flexión de cadera hasta el nuevo punto de tensión muscular del paciente. Este procedimiento se efectuara 3 veces.

En todo momento el Kinesiólogo debe estar atento a la condición del paciente y a la maquina, para evitar lesiones u otras complicaciones del tratamiento.

Duración media de la sesión: 30 min

CAPITULO VI

Análisis estadístico

Propuesta de análisis estadístico

Hipótesis Alternativa (Ha): Es estadísticamente más efectiva la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (contracción – relajación) asociada a Corriente Rusa en comparación a la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (contracción – relajación) en la ganancia de rango articular de flexión de cadera a través de la elongación de la musculatura isquiotibial

Hipótesis Nula (H0): No existe diferencia estadísticamente significativa entre la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (contracción – relajación) asociada a Corriente Rusa en comparación a la Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (contracción – relajación) en la ganancia de rango articular de flexión de cadera a través de la elongación de la musculatura isquiotibial

Análisis Descriptivo

El análisis descriptivo se utilizara para medir, registrar, organizar y sintetizar los datos obteniendo conclusiones sobre su distribución y estructura. Para la representación grafica y numérica de las variables en nuestro estudio se utilizarán tablas y gráficos, de esta forma se aclarará la distribución de frecuencia de cada variable y posteriormente se realizara el análisis inferencial.

Variable	Tipo de medición	Estadística apropiada
Rango Articular	Cuantitativa Continua	Promedio, Moda, Mediana, Tasas
Fuerza	Cuantitativa Continua	Promedio, Moda, Mediana, Tasas
Edad	Cuantitativa Discreta	Tasas, Proporciones, Moda
Sexo	Cualitativa Nominal	Tasas, Proporciones, Moda
Peso	Cuantitativa Continua	Promedio, Moda, Mediana, Tasas
Talla	Cuantitativa Continua	Promedio, Moda, Mediana, Tasas
IMC	Cuantitativa Continua	Promedio, Moda, Mediana, Tasas
Nivel de act. física	Cualitativa Ordinal	Promedio, Moda, Proporciones
Tratamiento farmacológico	Cualitativa Nominal	Proporciones, Moda, Tasas

Tabla 3. Variables de análisis descriptivo

Análisis Inferencial

El análisis inferencial nos permitirá obtener la significancia estadística que hay entre las variables predictoras y los variables desenlaces de nuestro estudio.

Para el análisis de las variables se utilizara el programa “Stata 11” ya que es un software que nos permitirá ingresar los datos obtenidos del estudio y generar, promedios, medias, comparaciones y todo tipo de resultados estadísticos.

La variable resultado más importante que tiene nuestro estudio corresponde al rango articular de flexión de cadera. Para evaluar esta variable se utilizara la T de Student ya que permite medir la diferencia de los promedios de las variables predictoras y de desenlace del grupo control y experimental debido a que esta variable es de tipo cuantitativa, siendo la T de Student la mejor herramienta estadística para medir la relación de promedios entre grupos. Además con la misma T de Student podremos obtener la diferencia de promedios de fuerzas muscular entre los grupos.

CAPITULO VII

Consideraciones Éticas

Este estudio no conllevará efectos negativos sobre los individuos que participen en él. Los procedimientos utilizados no serán invasivos para los pacientes y se contará siempre con un adecuado equipo de investigación e intervención, correctamente capacitados en las técnicas utilizadas las que no provocaran lesiones físicas o daño psicosocial en nuestros pacientes. Nuestro estudio buscará siempre que los riesgos implicados sean menores en relación a los beneficios obtenidos, cumpliendo de esta forma con el principio de beneficencia.

Por otra parte la selección de los sujetos se hará de forma aleatoria, ya que una vez que se determine que los sujetos cumplen con los criterios de inclusión y exclusión, todos tendrán la misma posibilidad de ingresar a este estudio. Para todos los individuos existirá la misma probabilidad de ser incluidos en el grupo control o en el grupo experimental. Estos aspectos serán considerados sin distinción de sexo, raza o nivel socioeconómico.

Consentimiento informado

Todos los individuos que participen dentro de este estudio deberán firmar un consentimiento informado donde se estipule que han sido plenamente informados acerca de los objetivos, métodos utilizados en el estudio y los resultados que se esperan encontrar, además se tendrá especial cuidado con la privacidad de los datos de los individuos, al no divulgar y mantener siempre el control sobre la información. De esta forma los individuos serán plenamente consientes de las características principales de este estudio.

Autorización del comité de ética

Luego de entregar la carta al Director del Servicio de Salud Araucanía Sur su comité de ética debe analizar nuestro proyecto de investigación, aprobarlo y autorizarnos para la realización del mismo.

Esto mismo procedimiento se debe realizar con la Universidad de La Frontera y el comité de ética de la Universidad, quienes debe aprobar el proyecto para poder utilizar los laboratorios de kinesiología en la Facultad de medicina.

CAPITULO VIII

Aspectos Administración y Presupuesto del Estudio

Aspectos Administrativos

El estudio se desarrollara en las dependencias de la Universidad de La Frontera en los laboratorios de kinesiología en el edificio SA tercer piso. El estudio estará coordinado por el investigador principal quien en conjunto con los Co-investigadores (1 Kinesiólogo y el estadístico), estarán a cargo de velar por el cumplimiento de los objetivos propuestos para la investigación que se va a realizar.

Grupo de trabajo

Para la realización del estudio se requerirá de un grupo de trabajo cohesionado, el cual estará guiado por el investigador principal y el Co-investigador que se encargaran de ver todos los detalles del estudio. En el estudio cada participante tendrá un rol activo y debidamente definido, estos roles son los siguientes:

Investigador principal

- Coordina y organiza la completa realización del estudio.
- Recluta el personal que trabaja en la investigación.
- Elabora y entrega el manual de normas y procedimientos para el estudio al grupo de trabajo.

- Informa las características metodológicas del proyecto al Co-investigadores.
- Programa reuniones con el grupo de investigación para conocer el avance del estudio y las dificultades que se han ido presentando.
- Verifica el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión.
- Verifica el cumplimiento de los principios éticos.
- Participa junto al Co-investigador y al Estadístico en el análisis de los datos.
- Interpretar los resultados junto con el Co-investigador y elaborar conclusiones de la investigación.
- Junto con el Co-investigador preparar el informe final del estudio.
- Dar a conocer los resultados y conclusiones que se obtuvieron con el estudio.

Co-investigador

- Vela por el cumplimiento de la metodología del estudio.
- Se relacionará con el proceso de recolección y análisis de los datos.
- Sugerirá cambios en la ejecución o metodología del estudio.
- Participa activamente de las reuniones programadas.
- Vela por el cumplimiento de los aspectos éticos del estudio
- Ayuda a difundir los resultados y conclusiones el estudio.

Kinesiólogo tratante

- Según la aleatorización realizará el tratamiento indicado.
- Durante la realización de la sesión de tratamiento, dará instrucciones claras y precisas al paciente.

Kinesiólogo evaluador

- Realiza una evaluación kinesica completa al inicio de la primera sesión y una evaluación de ROM y fuerza muscular al final de cada semana.

Estadístico

- Revisa si metodológicamente el estudio cumple con todas las normas para su desarrollo.
- Tendrá la responsabilidad de controlar la calidad del ingreso de los datos, el análisis y la interpretación de estos mismos.

Ayudante

- Registra medición de peso y talla de los pacientes al ingresar al estudio.
- Aplica cuestionario de actividad física al ingreso del estudio.
- Prestar ayuda al Kinesiólogo en la aplicación de las terapias.
- Cronometra el tiempo de la ejecución de las técnicas.
- Introduce los parámetros de corriente rusa en la máquina de electroestimulación.

Materiales

Para el proceso de ejecución de la investigación se requiere de:

- Maquina de electro estimulación con los parámetros de la corriente rusa.
- 2 Goniómetros digitales
- 2 Lápices demográficos.
- 2 Camillas
- 1 Dinamómetro
- 1 Balanza con tallimetro (para medir el peso y la estatura del paciente)
- 2 Cronómetros (para controlar los tiempos)
- Estufa a gas para mantener temperada la sala que se ocupe.
- Fichas personales de evaluación.
- Documentos de consentimiento informado.
- Cuestionarios Internacional de Actividad Física.
- 1 Computador (para ingresar los datos de cada sesión y realizar tabulaciones)
- Mesa de cuádriceps
- 4 Guinchas de estabilización
- Carné de asistencia para cada paciente.
- Cuaderno para registrar asistencia de los pacientes.
- Insumos de oficina.

Presupuesto del Estudio

Las tablas 5 y 6 muestran el personal y los materiales que se va a utilizar durante el estudio y los costos asociados a ellos.

Cabe mencionar que el Investigador y el Co-investigador solo serán mencionados en el personal y que no recibirán ninguna remuneración ya que serán ellos los encargados de adquirir los materiales necesarios para el estudio y de remunerar al personal.

La Universidad de La Frontera, nos otorgará la posibilidad de utilizar las dependencias de los laboratorios de Kinesiología, además de la máquina de electroestimulación, dos camillas y un computador. (*)

Los capitales para poder realizar el estudio serán solicitados a fondos concursables del estado, capitales privados, o por crédito a una entidad bancaria.

El kinesiólogo tratante, evaluador y el ayudante trabajaran 3 horas, 3 veces a la semana durante 10 meses.

Elementos a considerar	Valor Unitario	Valor total
Gastos de Equipamiento		
• 2 Goniómetros digitales	\$20.000	\$40.000
• 2 Lápices demográficos	\$5.000	\$10.000
• Pesa con tallimetro	\$40.000	\$40.000
• Impresora	\$35.000	\$35.000
• Maquina de electroestimulación	(*)
• Mesa de cuádriceps	\$120.000	\$120.000
• Dinamómetro digital	\$300.000	\$300.000
• 2 Camillas	(*)
• Computador	(*)
• 4 Guinchas de estabilización	\$6.000	\$24.000
Gastos de implementación		
• Carpetas de datos del paciente	\$15.000	\$15.000
• Fichas de registro de la terapia.	\$10.000	\$10.000
• Fichas de asistencia al paciente	\$5.000	\$5.000
• Cuaderno de registro asistencia	\$5.000	\$5.000
• Consentimientos informados	\$10.000	\$10.000
• Cuestionarios de act. física	\$10.000	\$10.000

Tabla 5. Gastos de equipamiento y de implementación.

Elementos a considerar	Valor Unitario	Valor total
Gastos del personal		
• Investigador	-----	-----
• Co-investigador	-----	-----
• Kinesiólogo tratante 1	\$3000 la hr.	\$1.296.000
• Kinesiólogo tratante 2	\$3000 la hr.	\$1.296.000
• Kinesiólogo evaluador	\$3000 la hr.	\$1.296.000
• Ayudante 1	\$1000 la hr.	\$432.000
• Ayudante 2	\$1000 la hr.	\$432.000
• Estadístico	\$400.000	\$400.000
Gastos de oficina		
• Implementación de materiales de oficina (Lápices, corrector, hojas de oficio, tinta de impresión y otros)	\$120.000	\$120.000
• Locomoción a los pacientes	\$10.000	\$10.000xpac.40
• Gastos imprevistos	\$50.000	\$50.000
Total		\$ 6.346.000

Tabla 6. Gastos del personal, de oficina y otros.

Cronograma Tentativo

Primera etapa

Enero (2011)-Febrero (2011)

- Definición y reclutamiento del equipo participante del estudio.
- Adquisición de los materiales e implementos necesarios para la realización del estudio
- Adiestramiento de Kinesiólogos y ayudantes que participaran en el estudio y que realizarán el tratamiento y evaluación a los pacientes.

Segunda etapa

Marzo (2011)-Diciembre (2011)

- Dentro de 10 meses entre Marzo y Diciembre se realizará el reclutamiento de la muestra, entrega del consentimiento informado a los participantes del estudio y se les aplicará las mediciones basales.

Marzo (2011)-Febrero (2012)

- Durante 12 meses se realizarán las evaluaciones y tratamientos a los pacientes del grupo control y experimental.

Tercera etapa

Marzo (2012)-Mayo (2012)

- Se realizará el análisis estadístico de los datos obtenidos durante el desarrollo del estudio.
- Obtención de resultados, con su posterior análisis y discusión.
- Conclusiones finales del estudio.

Junio (2012)-Julio (2012)

- Publicación y difusión de la investigación y sus resultados.

Carta Gantt

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Conformación del equipo y lugar de trabajo																				
Entrenamiento de evaluadores, terapeutas y ayudantes																				
Adquisición de materiales e insumos para el estudio																				
Petición de derivación de pacientes de la comuna de Temuco																				
Reclutamiento de la muestra																				
Entrega de consentimiento informado																				
Periodo de evaluación																				
Periodo de tratamiento																				
Análisis estadístico de los resultados																				
Conclusiones																				
Discusión de los resultados																				
Publicación y Difusión																				

Bibliografía

1. Érika Quintana Aparicio. Efecto de la técnica de inhibición de la musculatura suboccipital en sujetos con síndrome de isquiotibiales cortos [Tesis Doctoral]. Madrid (España), 2007.
2. Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby. Ejercicio Terapéutico Fundamentos y Técnicas. 1ª Editorial Paidotribo; 2005.
3. Lorena Borobia Lafuente, Laura Cuadra Giménez. Comparación De Tres Tipos De Estiramiento De La Musculatura Isquiotibial En Individuos Saludables (<http://www.efisioterapia.net/articulos/imprimir.php?id=307>)
4. Alex R Ward, Nataliya Shkuratov. Russian Electrical Stimulation: The Early Experiments. *Physical Therapy* 2002: Volume 82. Number 10: 1019-1030.
5. Moisés de Hoyo Lora, Borja Sañudo Corrales. La electroestimulación como medio para la mejora de la flexibilidad. *Revista Digital –Buenos Aires [en línea]* 2006. Año 11 - N° 101. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/>
6. Rojas Ximena Lcda. Ft. Urgiles G Sandra Lcda. Ft. Estudio Comparativo Entre Estiramientos Musculares de Isquiotibiales Mediante Tensión Activa vs Electroestimulación con TENS-EMS. *Fisioterapia al Día* 2009; Año 1, Edición N°2.

7. A.I. Kapandji. Fisiología Articular. 5ª Edición. España: Editorial Medica Panamericana; 2002.
8. Chatain. J. Bustamante. Anatomía Macroscópica Funcional y Clínica. 1ª Edición. México: Addison-Wesley Iberoamericana; 1986.
9. C. Miralles Marrero. Biomecánica Clínica del Aparato Locomotor. 1ª Edición. España: MASSON; 2000.
10. León Castro J.C, Gálvez Domínguez D.M, Arcas Patricio M.A, Gómez Martínez D, De la Fuente N.F. Fisioterapeuta del Servicio de Salud de la Comuna de Madrid. 1ª Edición. España: Mad, S.L; 2005.
11. Julio Diéguez Papí. Entrenamiento Funcional En Programa De Fitness. 1ª Edición. Barcelona - España: INDE Publicaciones; 2007.
12. Rodríguez Martin. Electroterapia en Fisioterapia. 1ª Edición. España: Editorial Médica Panamericana, S.A; 2000.
13. F. Santonja Medina e I. Martínez González-Moro. Síndrome de acortamiento de musculatura isquiotibial. Valoración medico-deportiva del escolar.
14. V. Ferrer López, F Santoja Medina, M Carrión Varela. Síndrome de isquiosurales cortos y actividad física.

15. Osmar Avanzi, Lin Yu Chih, Robert Meves, María Fernanda Silber Caffaro, José Henrique Pellegrini. CIFOSE TORÁCICA E MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS: CORRELAÇÃO ESTÉTICO-FUNCIONAL. ACTA ORTOP BRAS 2007. 15(2): 93-96.
16. F. Santonja Medina, A. Pastor Clemente. Cortedad isquiosural y actitud cifótica lumbar. 2003. 12 (3):150-154.
17. F. Santonja Medina, V. Ferrer López, I. Martínez González-Moro. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. 1995. 4(2):81-91.
18. Stuart Ira Fox. Fisiología humana. 10ª Edición. Editorial *Mcgraw-Hill / Interamericana De España, S.A.*; 2008
19. C. Guyton, Fisiología Humana. 6º Edición, Editorial Mc Graw-Hill; 2001
20. Contracción muscular. I.E.S. Mediterráneo – Cartagena, España
<http://intranet.iesmediterraneo.es/filesintranet/LA%20CONTRACCION%20MUSCULAR.pdf>
21. Mario Di Santo. Evaluación de la Flexibilidad. PubliCE Standard. 05/02/2000. Pid: 22
22. M. Lynn Palmer, Marcia E. Epler, fundamentos de las técnicas de evaluación músculoesquelética. 1ª Editorial Paidotribo; 2002

23. Los estiramientos: bases científicas y desarrollo de ejercicios, Escrito por Michael J. Alter. 6ª Edición. Editorial Paidotribo; 2004
24. Claudio Ivan Bascour Sandoval. Efectividad de distintas dosis de estiramiento muscular en adultos sanos de la ciudad de Temuco. Temuco, Universidad de la frontera; 2005.
25. William E. Prentice, Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. 3ª edición. Editorial Paidotribo; 2001
26. Omar Andrade Mayorga. Efectividad de la facilitación neuromuscular propioceptiva facial para disminuir las secuelas asociadas en pacientes con parálisis facial idiopática atendidos en centros asistenciales de la ciudad de Temuco durante el periodo 2006-2008. Temuco, Universidad de la Frontera; 2005.
27. Voss, Ionta, Myers. Facilitación Neuromuscular Propioceptiva. 3ª edición. Editorial Médica Panamericana; 1987.
28. Robert E. McAtee, Jeff Charland. Estiramientos facilitados: los estiramientos de FNP con y sin asistencia. 1º Edición, Editorial Paidotribo; 2000.
29. J. M. Pastor Vega, C. Cayuelas Antón. Electroestimulación Neuromuscular. En: M. Martínez Morillo, J. M. Pastor Vega, F. Sendra

- Portera. Manual de Medicina Física. 1ª Edición. España: Harcourt Brace; 1998. P. 169-184.
30. Bernedo, Patricio y Gittermann, Resi. Modulo de electroterapia. Temuco. Universidad de la Frontera, 2004. 169p
31. C. Cayuelas Antón, J. M. Pastor Vega. Electroestimulación. En: M. Martínez Morillo, J.M. Pastor Vega, F. Sendra Portera. Manual de Medicina Física. 1ª Edición. España: Harcourt Brace; 1998. P. 133-149.
32. Dr. Juan Plaja. Guía práctica de Electroterapia. 1ª Edición. Lugar de publicación: CARIN – ELECTROMEDICARIN, S.A; 1998.
33. Rojas Ximena Lcda. Ft. Urgiles G Sandra Lcda. Ft. Estudio Comparativo Entre Estiramientos Musculares de Isquiotibiales Mediante Tensión Activa vs Electroestimulación con TENS-EMS. *Fisioterapia al Día 2009*; Año 1, Edición N°2.
34. Osmar Avanzi, Lin Yu Chih, Robert Meves, Maria Fernanda Silber Caffaro, José Henrique Pellegrini. Cifose Torácica e Músculos Isquiotibiais: Correlação Estético-Funcional. *Acta Ortop Bras* 2007. 15(2): 93-96.
35. Zenewton André da Silva Gama, Carlos Alexandre de Souza Medeiros, Alexandre Vinicyus Ribeiro Dantas y Túlio Oliveira de Souza. Influence of the stretching frequency using proprioceptive neuromuscular facilitation in

the flexibility of the hamstring muscles, Revista de Sociedad Brasileña de Medicina del Deporte; 2007

36. Lafuente L. B, Giménez L. C. Comparación de tres tipos de estiramiento de la musculatura isquiotibial en individuos saludables. Pagina web www.efisioterapia.net ; 2009

37. Rosane da Silva Dias. Eficacia de los tratamientos para la ganancia de flexibilidad en los músculos isquiotibiales: Un Estudio Meta-Analítico. [Tesis Doctoral]. Murcia, 2009.

38. Hulley S.B, Cummings S.R. Diseño de la Investigación Clínica. .España: HARCOURT BRACE; 1997.

39. Hernández Díaz, Pablo E. Vásquez, Luis. Toledo, Fabiola. Escobar, Anton. Efecto Inmediato de la Elongación Muscular de Isquiotibiales con Facilitación Neuromuscular Propioceptiva v/s Elongación Pasiva Asistida sobre el Torque Isométrico Máximo. PubliCE Standard. 22/09/2006. Pid: 705.

Anexos

Anexo N° 1

DECLARACION DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación

EFFECTIVIDAD DE LA FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA (CONTRACCION – RELAJACION) ASOCIADA A CORRIENTE RUSA (KOTS) EN LA ELONGACIÓN DE LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL EN ADULTOS ENTRE 18 Y 65 AÑOS DE LA COMUNA DE TEMUCO

Investigadores Cristián Ignacio Gutiérrez González y Francisco Javier Guzmán Aguayo, alumnos de 4° año de la carrera de Kinesiología, de la Universidad de La Frontera, Temuco, Región de la Araucanía, Chile.

¿Cuáles son los OBJETIVOS del estudio?

El objetivo del estudio es comparar que tratamiento es más efectivo para la elongación muscular en la ganancia de rango articular de cadera.

¿Por qué lo (a) seleccionamos?

La principal razón, por el que solicitamos de su participación, fue porque usted cumple con todos los requisitos necesarios para ingresar en el estudio. Además de ser derivado por su Kinesiólogo tratante, para ser parte del estudio por padecer de acortamiento de isquiotibial.

Otro punto importante que usted tiene que saber es que, su participación es totalmente voluntaria, por lo que si usted se retira en cualquier momento del estudio no recibirá represalias de ningún tipo.

¿A qué PROCEDIMIENTOS deberá someterse?

Si acepta participar de este estudio se comprometerá a:

- Será designado a uno de los grupo del estudio de manera aleatoria, o sea con una moneda se decidirá a cual grupo pertenece sin la posibilidad de cambiarse antes, durante ni al finalizar el estudio, del grupo al cual fue asignado por el azar. Los grupos del estudio serán 2, ambos grupos lo que busca es la elongación de la musculatura isquiotibial, esta musculatura es la que se encuentra en la parte posterior de la pierna. El primer grupo será tratado con una elongación llamada facilitación neuromuscular propioceptiva la cual trata de una contracción del músculo y luego una relajación de este para ser estirado. El segundo grupo será la misma técnica, pero será asociado con una corriente eléctrica que ayudara a la contracción del músculo.
- Después de firmar esta declaración de consentimiento registrando las evaluaciones basales y teniendo definido el grupo al que usted pertenecerá, se le realizara una sesión de electro estimulación de prueba, para cerciorarnos de que usted es capaz de tolerar la corriente aplicada.

- Someterse a evaluaciones. Durante la realización del estudio se le pedirá realizarse unas evaluaciones las cuales requerirá que se descubra las extremidades inferiores quedando en ropa interior. La intervención durara 2 meses, durante esta, se realizaran las evaluación antes de comenzar el programa de tratamiento, luego todos los viernes de cada semana y al final una evaluación el día lunes después de la última sesión realizada el viernes de la semana anterior. Las evaluaciones serán tomas por un Kinesiólogo capacitado y apto para poder realizar las mediciones que sean necesarias.
- Comprometerse a asistir a todas las sesiones, las cuales se realizaran 3 veces por semana (lunes, miércoles, viernes), durante una duración media de 30 min. por sesión. El horario exacto de los días y horas, serán establecidas desde la primera sesión. Para que usted pueda realizar los viajes a las instalaciones donde se realiza la intervención se le entregara una prestación monetaria de \$5.000 cada 15 días por concepto de locomoción, ahora si usted se retira del estudio dejara de recibir este dinero.
- Debe asistir a todas las sesiones que sea necesario con el Kinesiólogo tratante y si llega a faltar a alguna debe recuperarla ya que se le reasignara un nuevo día de tratamiento de los días mencionados anteriormente. Si los investigadores consideran de que usted a faltado a reiteradas sesiones sin

tratamiento puede ser retirado del estudio, explicándole la situación, sin posibilidad de reingresar a este.

- Si usted considera que no es capaz de cumplir con los términos que se le están planteando tiene la libertad de no ingresar al estudio. Pero si decide ingresar, debe estar consciente de que debe cumplir estos términos, tratando de no faltar a ninguno de ellos.

¿Cuáles son los BENEFICIOS del estudio?

Su participación en el estudio de la elongación de la musculatura isquiotibial con FNP asociado a Kotz, buscará siempre beneficios respecto a la ganancia de una mayor movilidad articular y una vida más saludable, en cualquiera de los grupos a los que sea asignado (a), independiente de los resultados que determine el estudio.

De igual forma, es importante destacar que, si los resultados del estudio son óptimos, no solamente usted se verá beneficiado con este estudio, sino que también ayudara a futuros paciente que padezcan de acortamiento de la musculatura isquiotibial.

¿Cuáles son los RIESGOS del estudio?

A la hora de aleatorizar la muestra, es decir al asignar a las personas a los diferentes grupos, usted puede quedar en el grupo con el tratamiento de estiramiento asociado a una corriente de estimulación eléctrica o al grupo con estiramiento por sí solo.

Si es designado al de estiramiento asociado a la corriente de estimulación eléctrica, tiene que saber que esta corriente genera en el músculo una contracción involuntaria, además de un poco de dolor, pero que es controlable y es más que nada una molestia. Además las técnicas estarán a cargo de Kinesiólogos expertos y capacitados para poder realizar las maniobras pertinentes al caso.

¿Se respetara la CONFIDENCIALIDAD y PRIVACIDAD?

Los resultados de sus evaluaciones serán totalmente confidenciales, para esto, todo sus datos estarán respaldados bajo un código que los identifique, que quiere decir con esto, que su nombre será reemplazado por un número que se le asignara durante el estudio y solo el investigador principal y el co-investigador conocerán su nombre y datos personales.

Los resultados finales del proyecto serán dados a conocer con el fin de contribuir al conocimiento científico y beneficiar a la sociedad y a aquellas personas como usted, que sufren de acortamiento de la musculatura isquiotibial y necesitan el estiramiento para volver a los rangos articulares normales de cadera.

Debido a todo lo que se planteo sobre el estudio, usted declara que:

Se me han dado a conocer todos los detalles de la investigación de la que voy a ser partícipe. Los investigadores me dieron a conocer de una manera clara los objetivos y justificaciones del estudio, junto con los procedimientos a los que seré sometido durante este.

Todas las dudas y preguntas que realice han sido respondidas de una manera satisfactoria por los investigadores y me han asegurado que mis datos personales serán utilizados de una manera confidencial, sin uso malicioso.

Por último se me ha aclarado que puedo abandonar en cualquier momento el estudio si lo deseo, sin sufrir ningún tipo de represalia.

Yo, _____, a través del presente documento, con fecha __/__/__ cedula de identidad N° _____ declaro voluntariamente ser parte de esta investigación y me comprometo a participar activamente durante el periodo que ésta dure.

Firma del paciente

Nombre y Firma Investigador

Anexo N° 2

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

(Octubre de 2002)

**VERSIÓN CORTA FORMATO AUTO ADMINISTRADO -
ÚLTIMOS 7 DÍAS**

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

_____ **días por semana**

_____ Ninguna actividad física vigorosa *Pase a la pregunta 3*

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

_____ No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

_____ **días por semana**

_____ Ninguna actividad física moderada *Pase a la pregunta 5*

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

_____ No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

_____ **días por semana**

_____ No caminó *Pase a la pregunta 7*

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

_____ No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permaneció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa,

estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana?**

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

_____ **No sabe/No está seguro(a)**

Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.

Anexo N° 3

Carné de asistencia

Nombre: _____

Rut: _____

Dirección: _____

Fono: _____

Fecha de nacimiento: _____

Fecha de ingreso al estudio: _____

N° de paciente/ficha : _____



Sesión	Fecha/Hora	Sesión	Fecha/Hora	Sesión	Fecha/Hora
1		9		17	
2		10		18	
3		11		19	
4		12		20	
5		13		21	
6		14		22	
7		15		23	
8		16		24	

Anexo N°4

FICHA DEL PACIENTE

N° de paciente/ficha _____

Nombre del
paciente _____

Fecha de nacimiento _____ Edad _____ Sexo _____

Fecha de ingreso al estudio _____

Domicilio _____

Teléfono _____

Estatura _____ Peso _____ IMC _____

Utiliza medicamentos Si _____ NO _____

CUALES _____

Antecedentes mórbidos y patologías asociadas

Tratamiento al que fue asignado por la aleatorización

Evaluaciones

Medición del rango articular de cadera:

Sesión	Basal	1	2	3	4
ROM (Grados)					

Sesión	5	6	7	8	Final
ROM (Grados)					

Medición de fuerza muscular de isquiotibiales

Sesión	Basal	1	2	3	4
Fuerza (Newton)					

Sesión	5	6	7	8	Final
Fuerza (Newton)					

Anexo N° 5

FICHA DEL EVALUADOR

N° de paciente/ficha: _____

Medición Basal Fecha: ___/___/___

Rango articular de cadera (Grados)	
Fuerza (Newton)	

SESION N°1 Fecha: ___/___/___

Rango articular de cadera (Grados)	
Fuerza (Newton)	

SESION N°2 Fecha: ___/___/___

Rango articular de cadera (Grados)	
Fuerza (Newton)	

SESION N°3 Fecha: ___/___/___

Rango articular de cadera (Grados)	
Fuerza (Newton)	

SESION N°4 Fecha: ___/___/___

Rango articular de cadera (Grados)	
Fuerza (Newton)	

Se agregará otra hoja a esta ficha hasta completar las 10 sesiones (incluyendo la evaluación Basal y Final) que debe controlar el evaluador.

Anexo N° 6

Carta al Director del Servicio de Salud Araucanía Sur

Director del Servicio

De Salud Araucanía Sur

Dirección Arturo Prat # 969, Temuco, IX Región

Temuco Diciembre 2010

Distinguido _____

Le escribo con el fin de solicitar su autorización para la realización de un proyecto de investigación en los distintos Centros de Salud de la Comuna de Temuco.

Soy el investigador principal y represento a un equipo de trabajo que se dedica a la Investigación en Salud de la Universidad de La Frontera, de Temuco.

Actualmente me encuentro desarrollando un proyecto de tesis junto a otro compañero para optar al grado de Licenciado en Kinesiología, este proyecto lleva como nombre “Efectividad de la facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción-relajación) asociada a corriente rusa en comparación a la facilitación neuromuscular propioceptiva (contracción-relajación) en la ganancia de rango articular de flexión de cadera a través de la elongación de la musculatura isquiotibial en personas entre 18 y 65 años que presenten acortamiento isquiotibial”.

Para poder llevar a cabo la ejecución de dicha estudio debo contar con la autorización de los centros donde trabajen Kinesiólogos en el área músculo esquelética, para que los Kinesiólogos deriven a los pacientes que padezcan de acortamiento de la musculatura isquiotibial a nuestro estudio.

Adjunto, el proyecto y los fonos a las cuales Ud. puede comunicarse

Queda a la espera de la respuesta

Atentamente

Francisco G. y Cristián G.

Firma